

N° d'enregistrement
au C.N.R.S. AO 5162

THÈSE

DE

DOCTORAT D'ÉTAT ÈS-SCIENCES NATURELLES

présentée à la
FACULTÉ DES SCIENCES
DE PARIS

par

Bernard DUMORTIER

pour obtenir
le grade de Docteur ès-Sciences

LE RYTHME CIRCADIEEN D'ACTIVITÉ
STRIDULATOIRE DE L'EPHIPPIGÈRE (INS., ORTHOPT.).
ÉTUDE ANATOMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE

TOME II

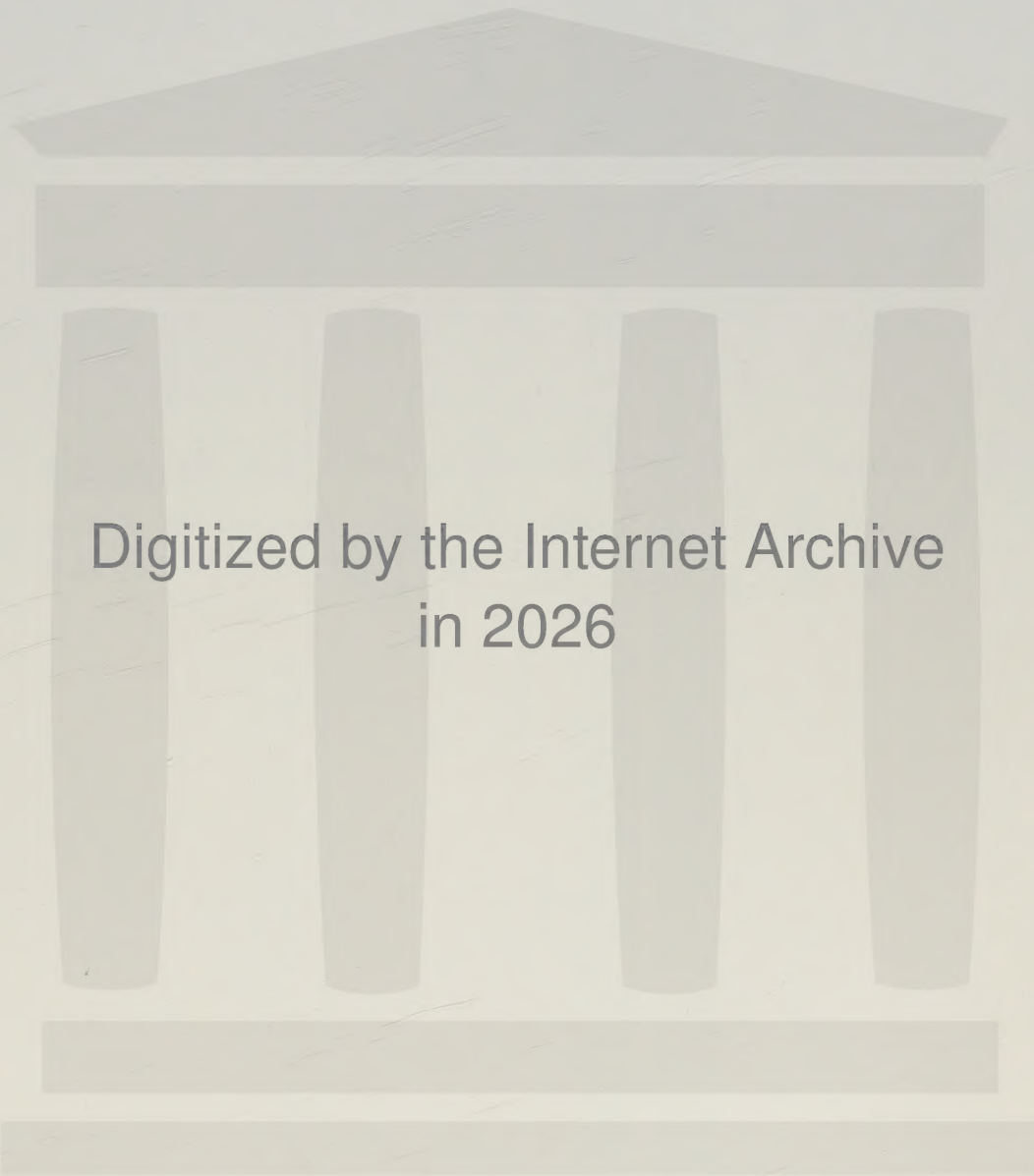
FIGURES

Soutenue le 19 Décembre 1970 devant la Commission d'Examen :

MM. POSSOMPÈS, *Président*

LE BERRE, *Examineur*

BILIOTTI, *Examineur*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550212_0006

Fig. 1 - Durée de la diapause embryonnaire chez Ehippiger.

Une partie des oeufs éclôt au printemps de la seconde année qui suit la ponte ; une autre partie n'éclôt qu'au printemps de la troisième année.



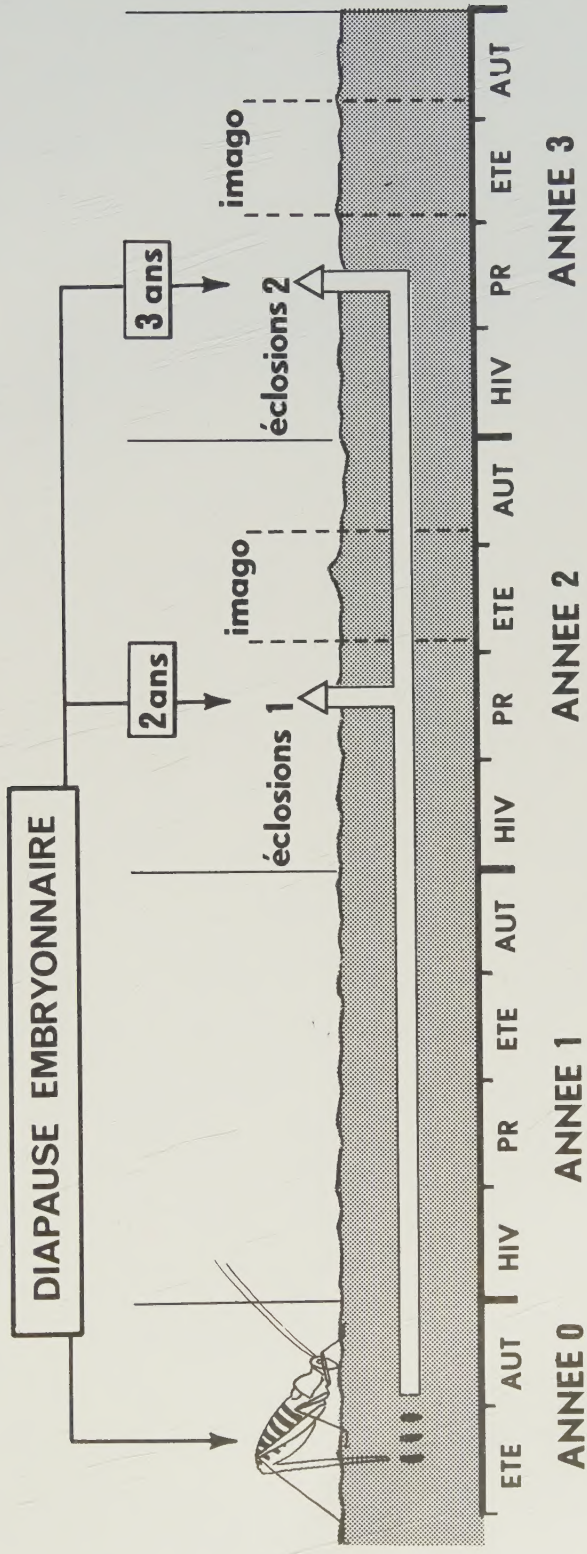


Fig. 2 - Répartition spectrale d'énergie des deux types de tubes fluorescents utilisés comme source de lumière.

A, "lumière du jour" ; B, "blanc super".

En abscisse : longueur d'onde ; en ordonnée : unités arbitraires de l'énergie spectrale. Les bandes verticales à 4 047, 4 358 et 5 461 Å correspondent aux raies du mercure.

(Erratum : ne pas tenir compte du signe % porté sur les ordonnées.)

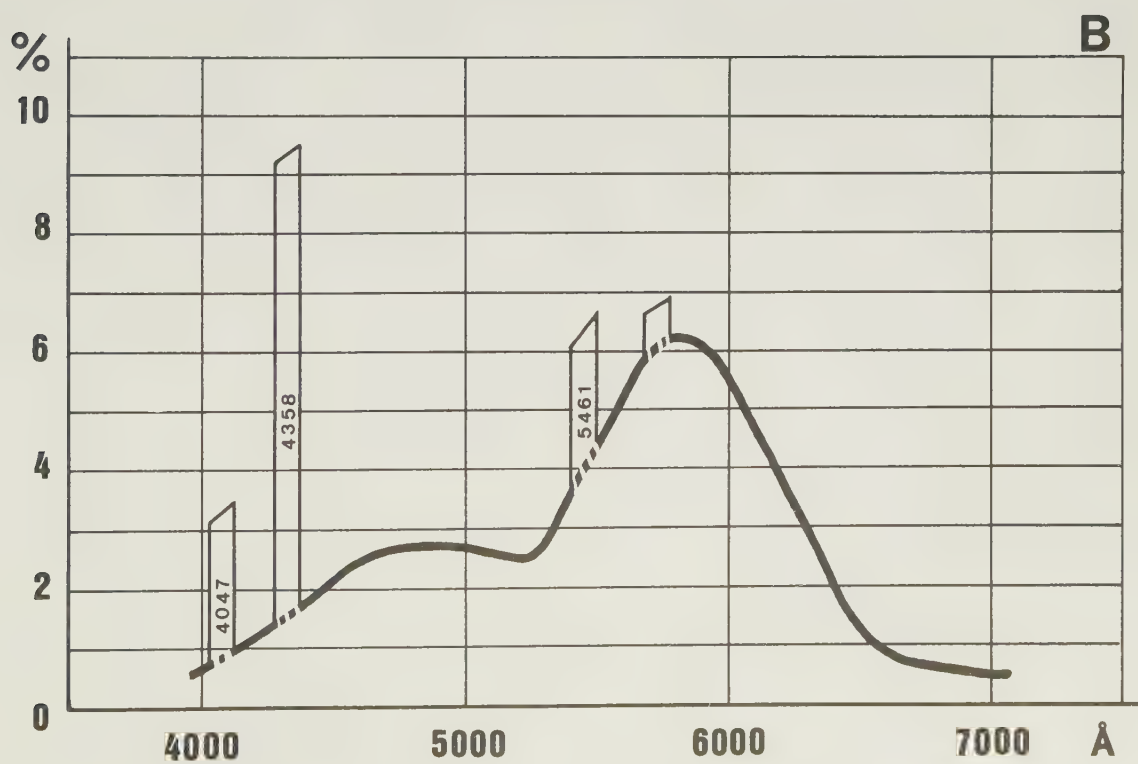
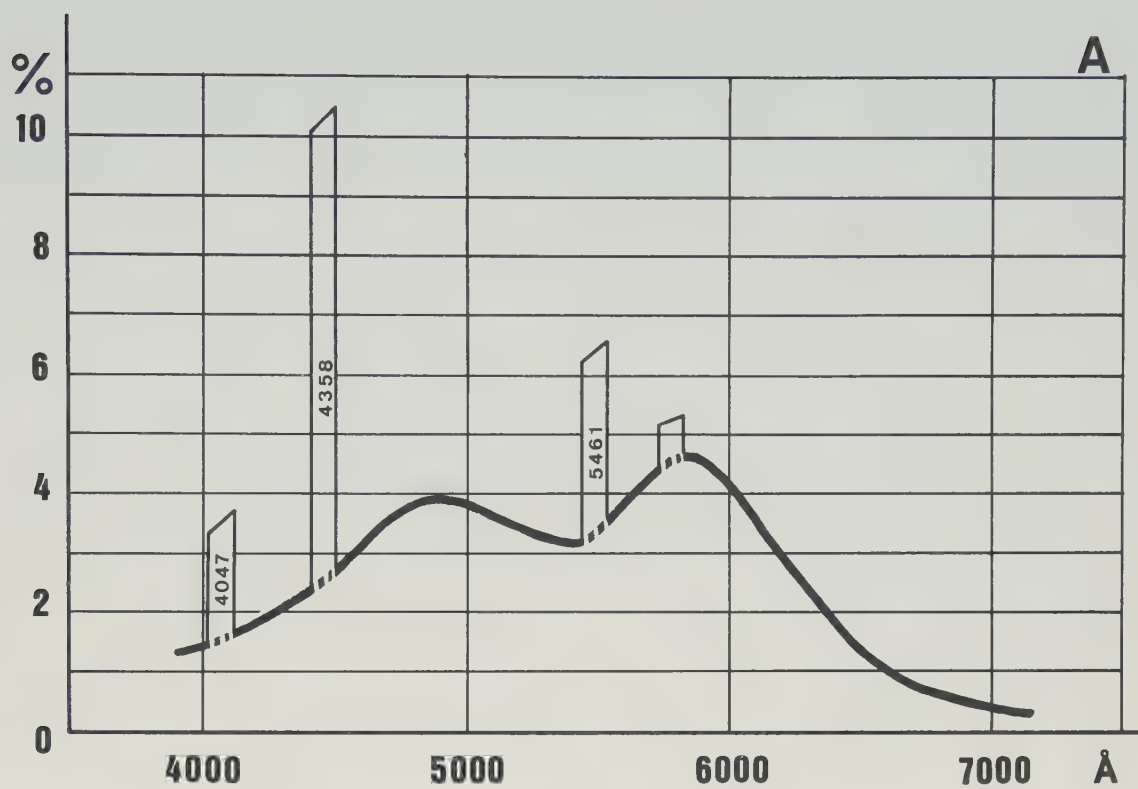


Fig. 3 - Schéma d'une cage d'enregistrement.

Lv, laine de verre ; M, microphone ; p, paroi de contre-plaqué ;
r, résistance électrique (6 W) collée sur le radiateur ;
R, radiateur (enceinte métallique emplie d'eau) ; rf, réfrigé-
rant à circulation d'eau ; s, socle ; T, thermomètre à contact
commandant l'alimentation de la résistance r ; TF, tubes
fluorescents ; v, vitrage double.

Texte : voir Partie I, 1.2 a.

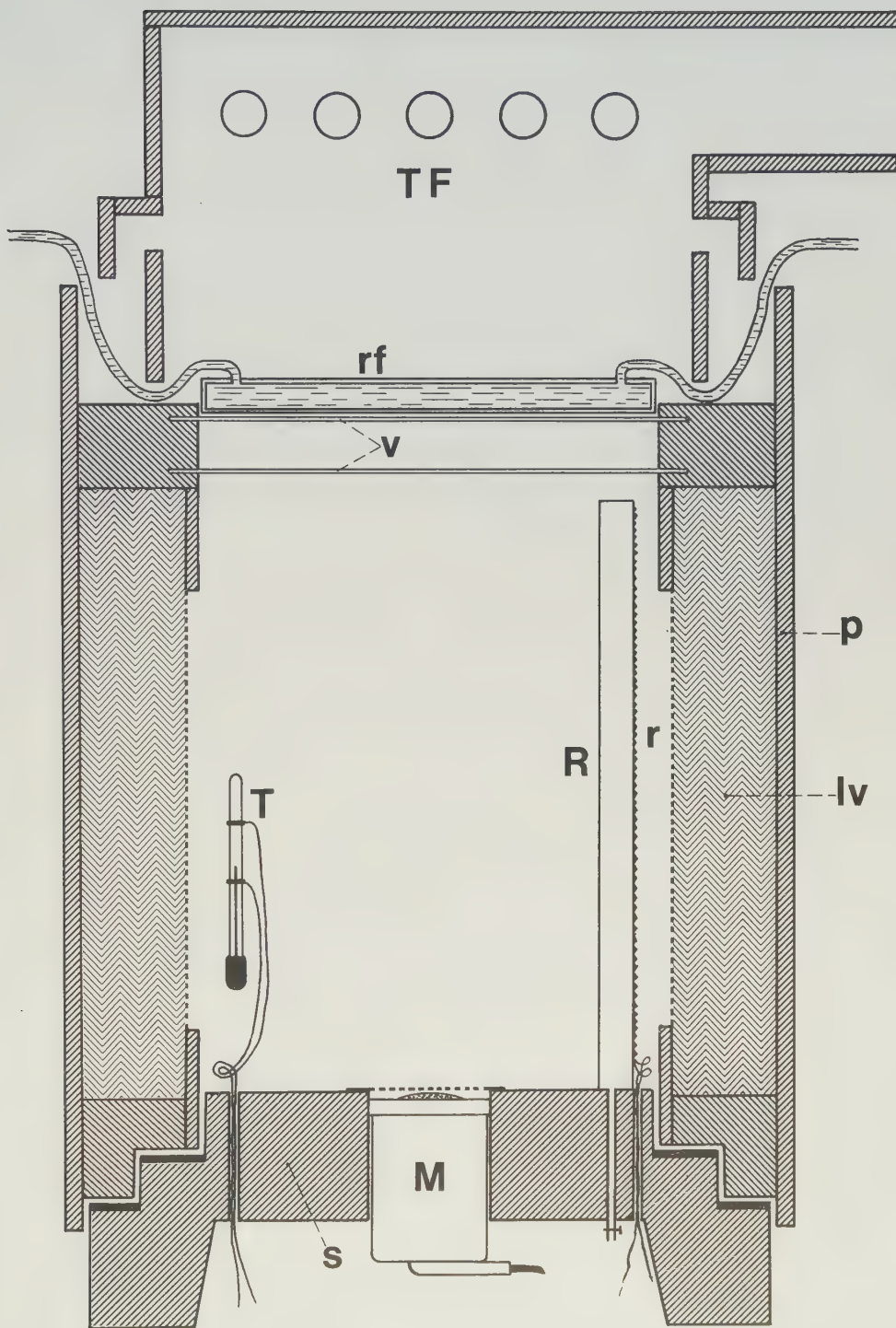


Fig. 4 - Isolement acoustique mesuré à l'intérieur des cages d'enregistrement.

En haut : cages spéciales pour les expériences de contention (Fig. 5). Les 6 cages (A à F) sont placées l'une à côté de l'autre et séparées par des panneaux absorbants. Pour la mesure, on a placé dans la première cage (A) un haut-parleur diffusant une fréquence pure à un niveau constant, et l'affaiblissement du signal a été mesuré dans les 5 autres cages (B à F) de la rangée. Les courbes obtenues montrent qu'entre deux cages successives, l'affaiblissement est de l'ordre de 50 dB à 8 kHz et de 65 dB à 16 kHz. Ainsi, l'affaiblissement est déjà sensible pour les fréquences qui se situent au début du spectre de l'insecte. Pour les fréquences supérieures il est beaucoup plus important.

En abscisse : cages B, C, D, E, F, constituant une rangée au début de laquelle se trouve la cage A qui sert de source sonore dans la mesure ; en ordonnée : affaiblissement exprimé en décibels.

En bas : cages d'enregistrement normales (Fig. 3). Affaiblissement mesuré à l'intérieur de la cage pour différentes fréquences.

En abscisse : fréquence ; en ordonnée : affaiblissement.

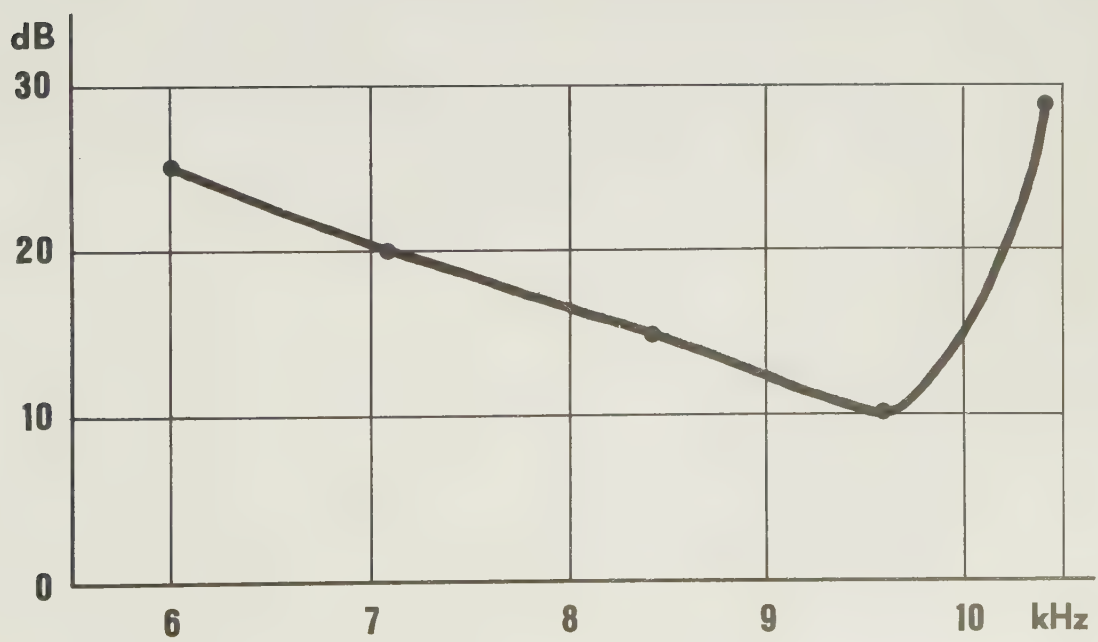
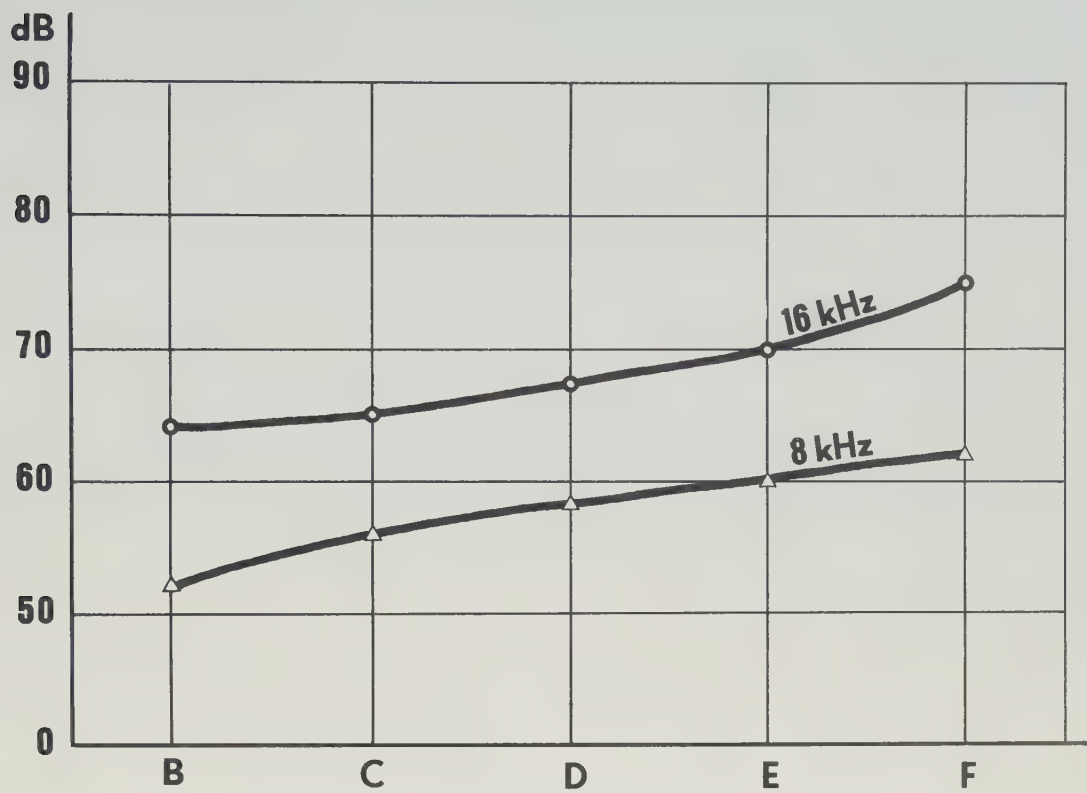


Fig. 5 - Schéma d'une cage spéciale pour expérience sur insectes en contention.

a, sphère de polystyrène ; b, bossage permettant la mise en place du dispositif de distribution de nourriture (Fig. 9) ; f, fenêtre obturable par un volet coulissant (v) ; gdl, guide de lumière en place ; M, microphone ; S, statif portant la pince qui maintient l'animal en position stable ; s, source de lumière pour le gdl ; v, volet coulissant.

Nota : une cuve disposée sous l'insecte lui permet de saisir à nouveau la sphère si elle vient à lui échapper.

Texte : voir Partie I, 1.2 b.

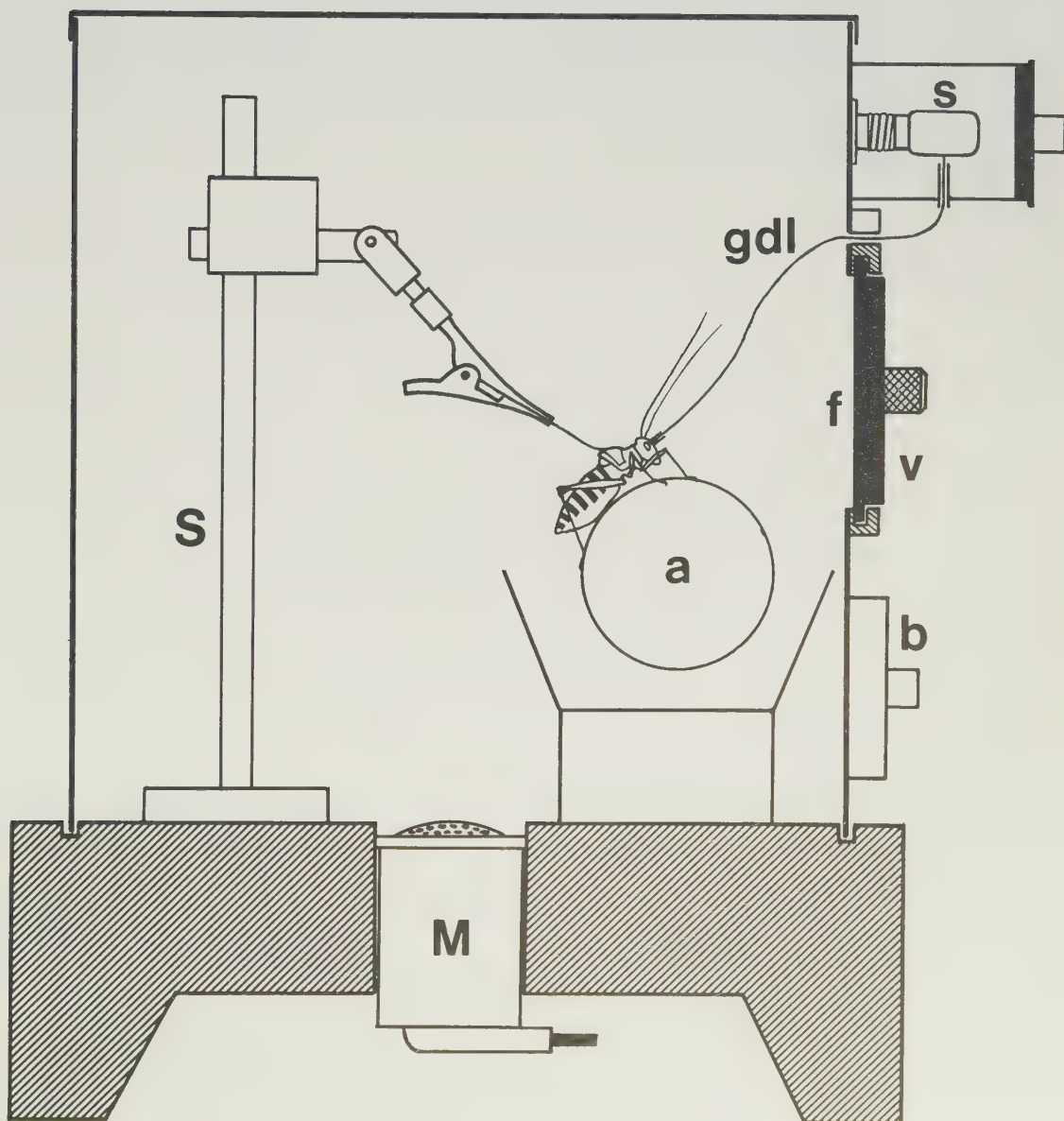


Fig. 6 - Dispositif particulier utilisé dans les expériences d'illumination partielle tête/thorax-abdomen, adapté dans une cage à contention (voir Fig. 5).

Sur la figure, la tête seule est éclairée et le reste du corps est à l'obscurité. c, joint de caoutchouc noir empêchant la diffusion de la lumière à l'extérieur du boîtier dans lequel est introduite la tête de l'insecte ; m, membrane de latex opaque, formant une des parois du boîtier ; s, source de lumière incluse dans une ampoule de verre où se fait une circulation d'eau permanente ; v, volet coulissant obturant la fenêtre de la cage.

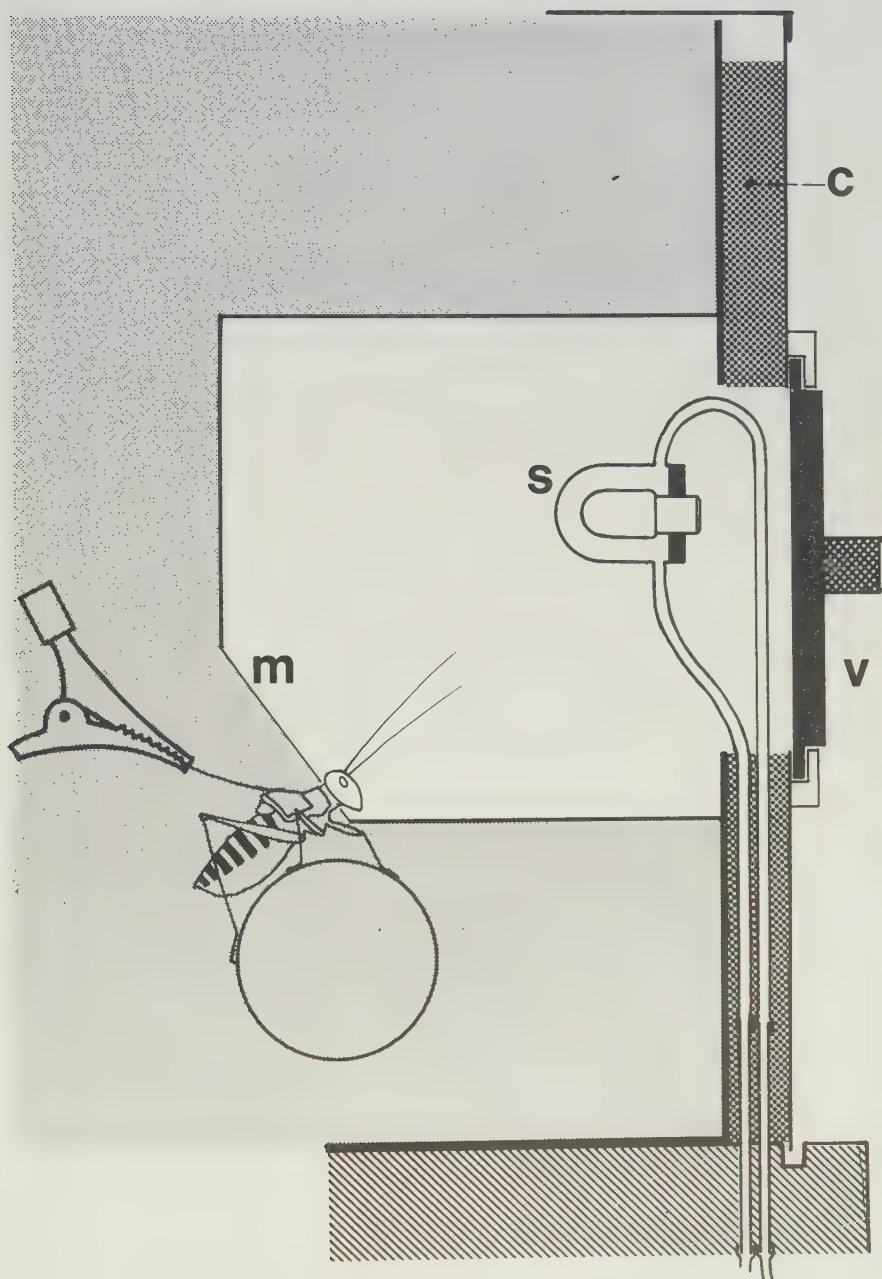


Fig. 7 - Trajet d'un faisceau de rayons lumineux dans un guide de lumière. r, revêtement externe dont l'indice de réfraction permet la réflexion totale du faisceau ; g, gaine de latex opaque.

Dispositif d'immobilisation et de centrage du guide de lumière sur la source : la bague (b) est collée sur l'ampoule dans une position telle que, par le tube (t) qui la traverse radialement, on aperçoive le filament (f) à sa brillance maximale. Le guide de lumière est introduit selon l'axe fx.

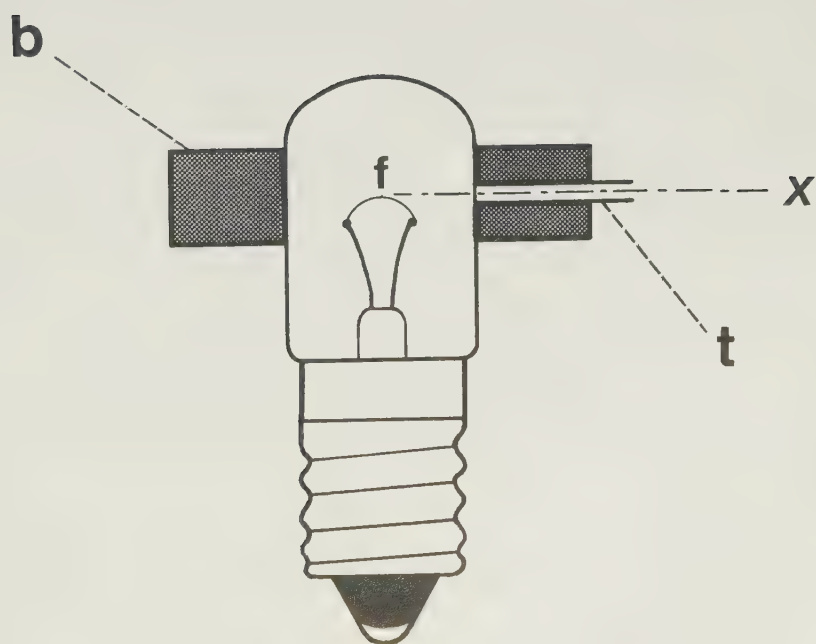
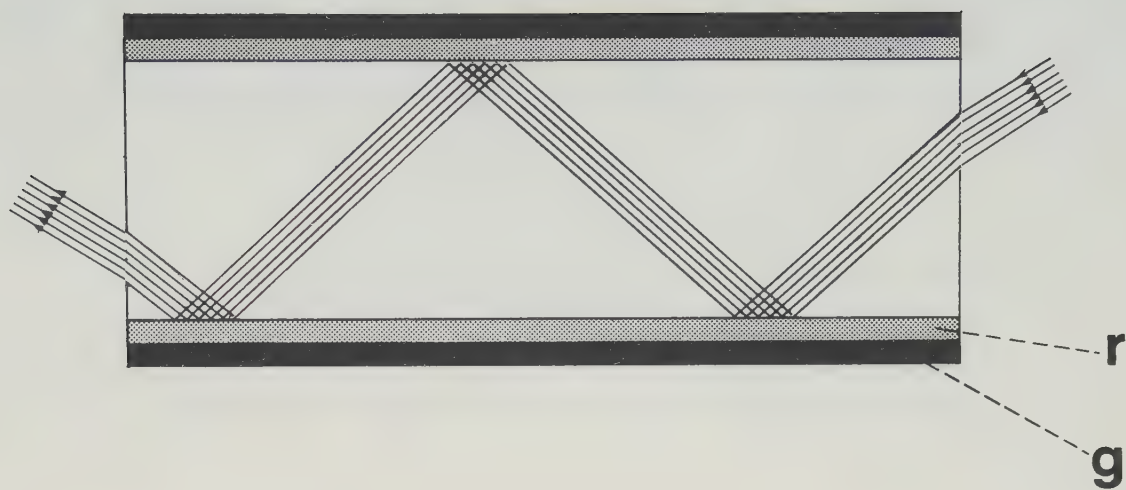


Fig. 8 - Caractéristiques optiques des guides de lumière employés
(valeurs moyennes).

A, pourcentage de transmission en fonction de la longueur
du guide ; B, transmission spectrale.
En abscisse : longueur d'onde ; en ordonnée : pourcentage
d'énergie transmise.

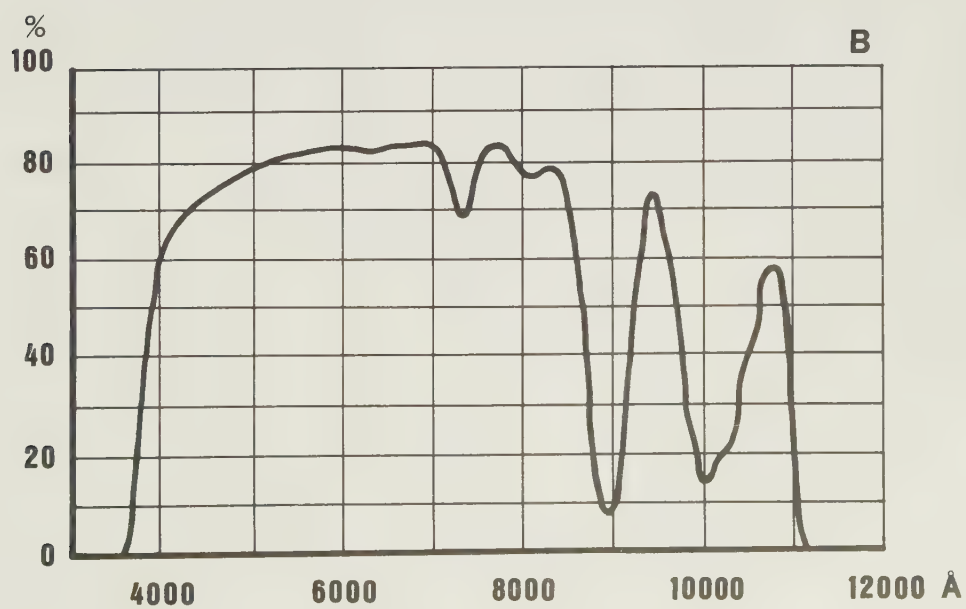
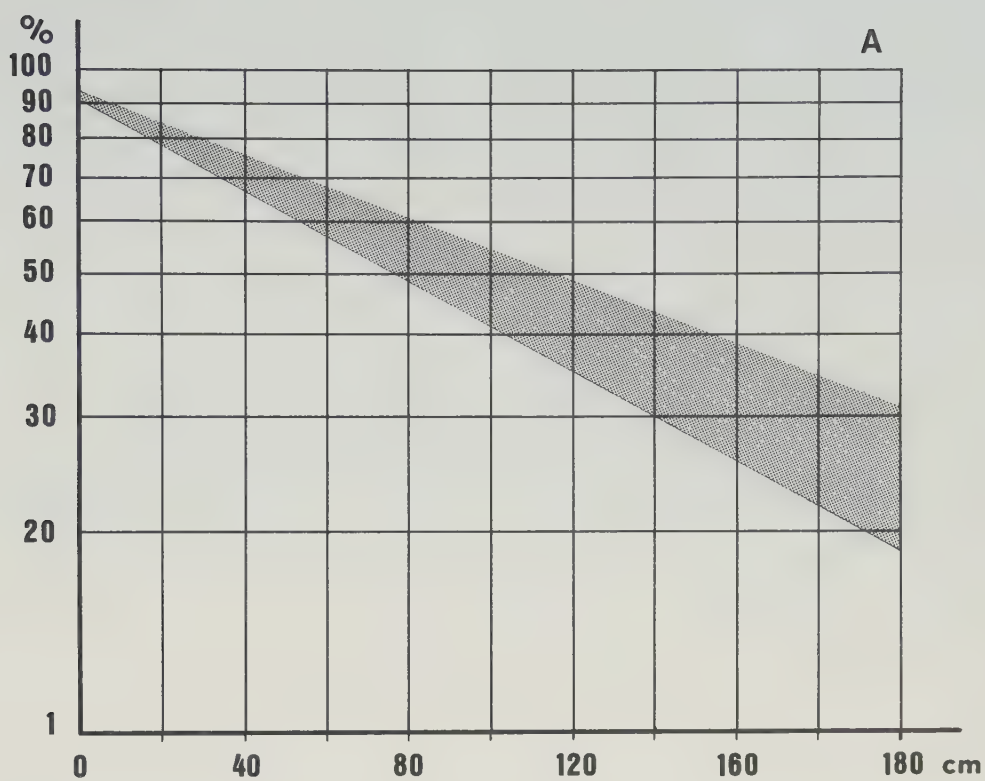


Fig. 9 - Distributeur de nourriture permettant d'alimenter (éventuellement à l'obscurité) les sujets gardés en contention dans les cages spéciales (Fig. 5).

b, bossage sur la face avant de la cage, destiné à recevoir la pièce basale (p) ; c, cuiller fixée à l'extrémité de la tige du déclencheur ; d, déclencheur photographique monté dans un système mécanique permettant un réglage de position dans les 3 plans ; le réglage en profondeur de la cuiller se fait par le poussoir ; f, fenêtre de la cage ; p, pièce supportant l'ensemble du dispositif et pouvant s'emboîter sur le bossage (b) ; r, rotule ; s, support réglable en hauteur.

(Les différentes vis de blocage permettent d'immobiliser l'ensemble dans la position correcte.)

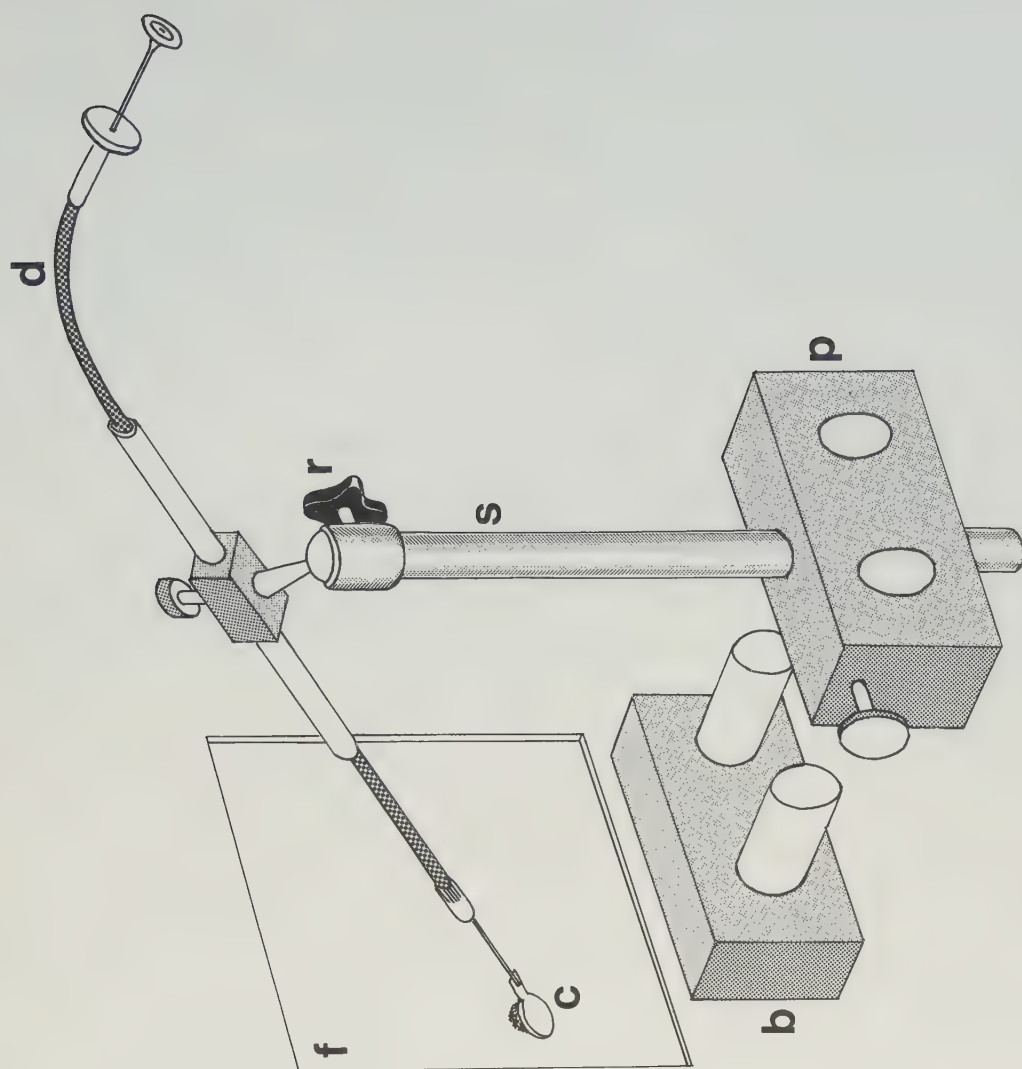


Fig. 10 - Table d'opération pour les interventions sur le cerveau avec dispositif d'implantation des électrodes chroniques.

1, glissière micrométrique de descente du porte-électrode ;
2, 3, glissières de déplacement horizontal (longitudinal et transversal) ; 4, crémaillère de descente rapide du porte-électrode ; 5, porte-électrode ; 6, tige montée sur rotule permettant l'inclinaison du porte-électrode ; 7, câble d'alimentation de la résistance spiralée à la pointe du porte-électrode ; 8, boîtier avec pile et potentiomètre fournissant le courant réglable pour le chauffage de la résistance ; 9, socle de bronze ; 10, colonne supportant l'ensemble du dispositif micrométrique ; 11, adaptation du dispositif micrométrique sur la colonne avec blocage en hauteur ; 12, moitié fixe de la platine ; 13, moitié mobile de la platine ; 14, orifice circulaire enserrant le cou de l'insecte ; 15, bras de contention de la tête de l'insecte ; 16, glissière de réglage de la position du bras (symétrique à gauche) ; 17, bouton de la vis permettant le mouvement transversal (serrage sur la tête) du bras (symétrique à gauche) ; 18, blocage de l'inclinaison de la table ; 19, récipient (enfermant l'abdomen de l'insecte), où circule le gaz anesthésique ; 20, tuyau amenant le gaz anesthésique.

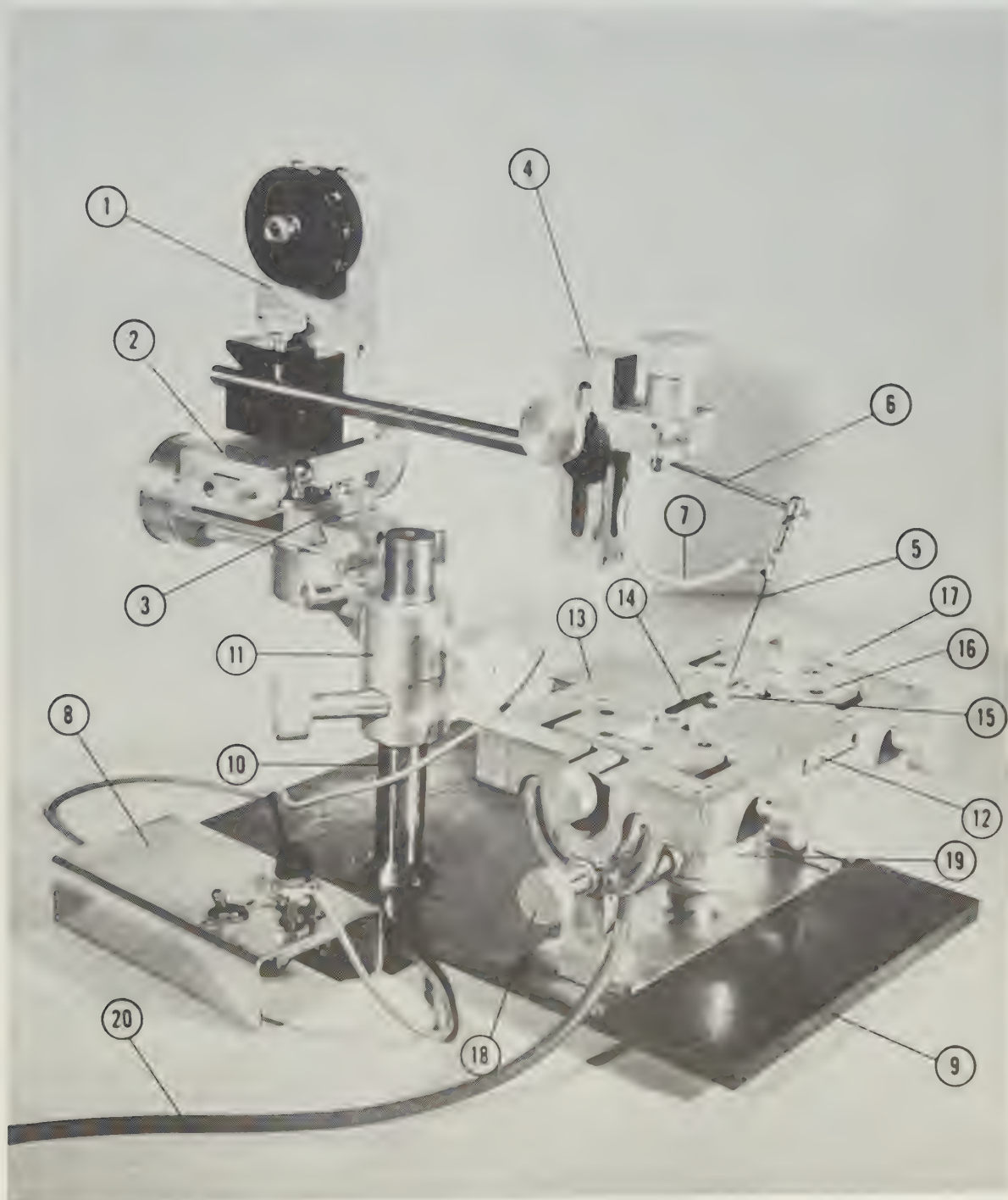


Fig. 11 - Electrodes chroniques en place pour la stimulation du cerveau.

ei, électrode indifférente implantée dans la poche sous-pro-
notale ; es, électrode de stimulation ; p, plaquette métal-
lique collée sur le pronotum permettant d'établir la liai-
son entre l'électrode et le stimulateur ; r, ressort termi-
nant le fil arrivant du stimulateur destiné à assurer la liai-
son avec l'électrode ; s, s : fils amenant le courant de sti-
mulation.

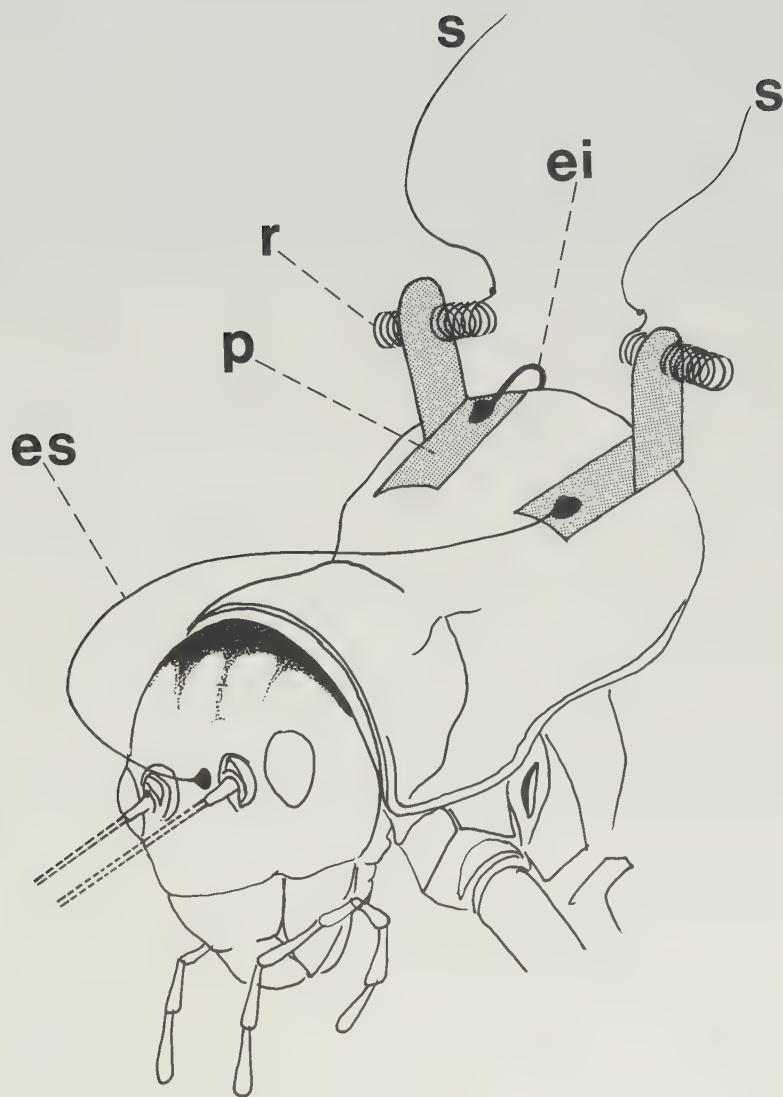


Fig. 12 - Spectre de l'émission sonore des trois espèces.

En abscisse : fréquence de 2 à 100 kHz ; en ordonnée :
niveau relatif exprimé en décibels.

(Microphone BRÜEL et KJAER, type 4135.)

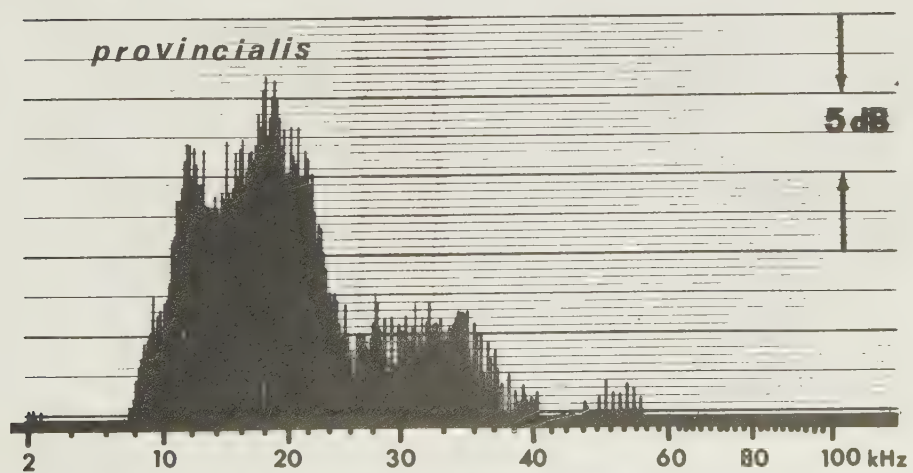
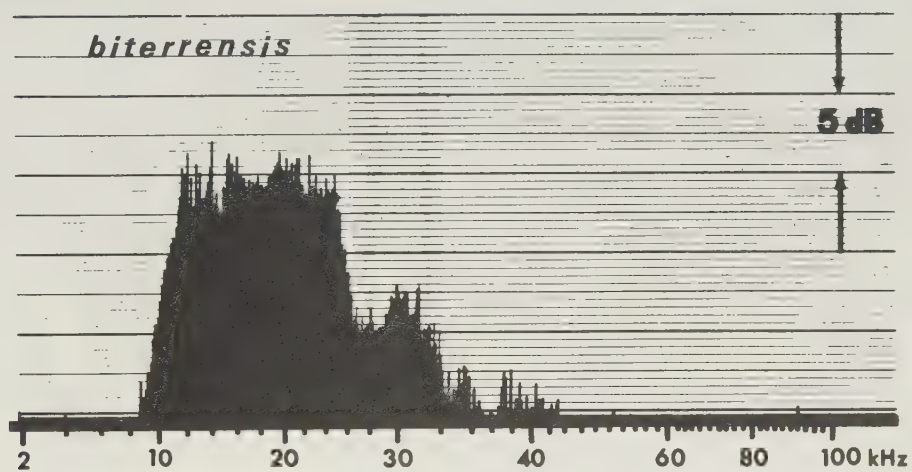
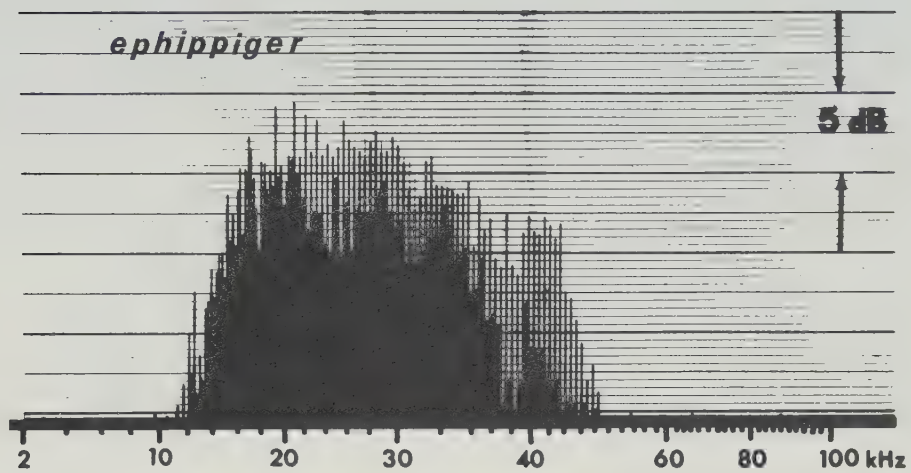


Fig. 13 - Bande passante du système électro-acoustique.

a, courbe de réponse du microphone (Melodium, type 55 A) ;
b, bande passante du filtre (12 dB par octave) ; c, bande
passante résultante.

En abscisse : fréquence de 200 Hz à 20 kHz ; en ordonnée :
niveau relatif exprimé en décibels.

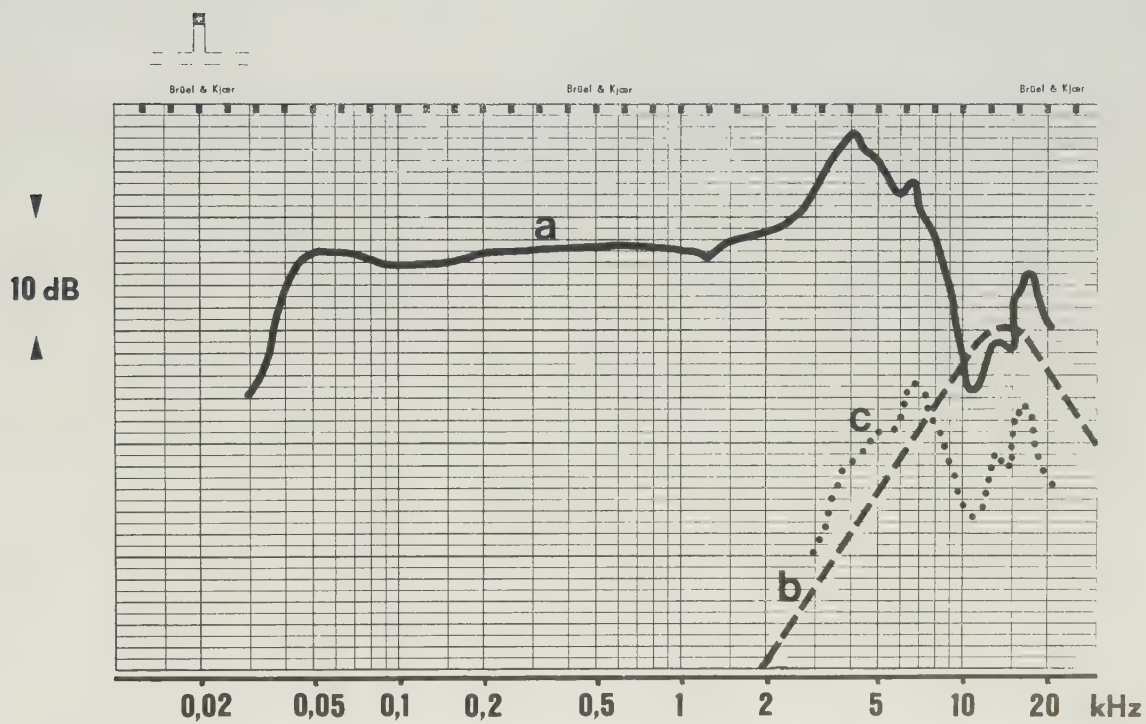


Fig. 14 - Principe de fonctionnement de la chaîne de comptage
(activité stridulatoire).

Principe de fonctionnement de la chaîne de comptage
(activité locomotrice).

Texte : voir Partie I, 3.1.

NORMES

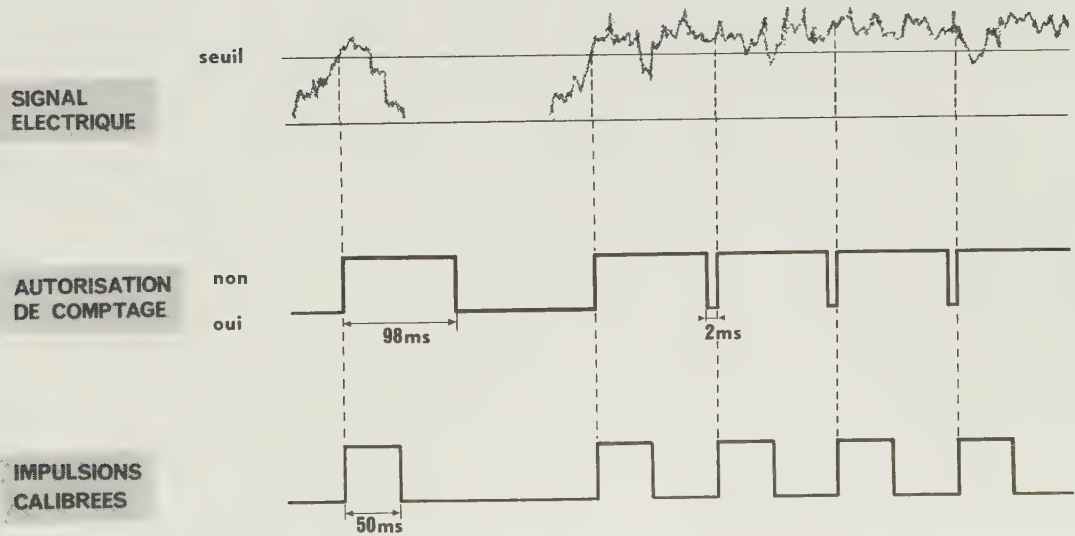
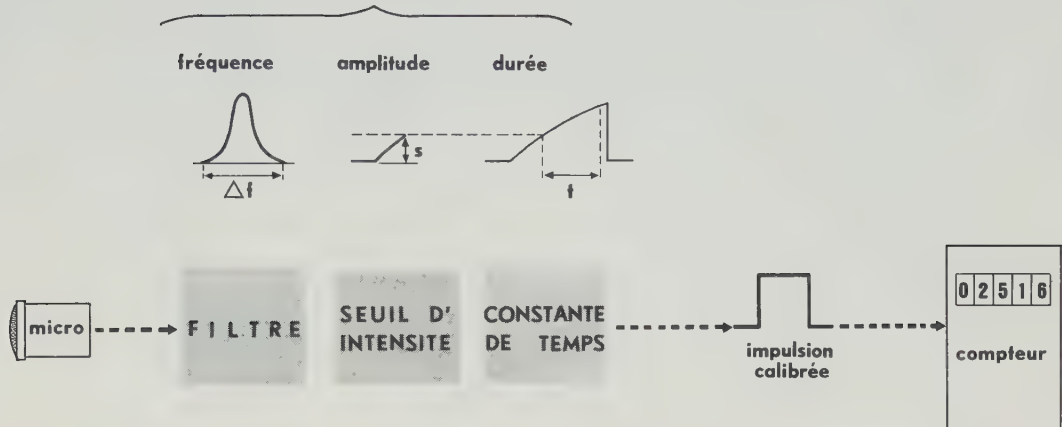
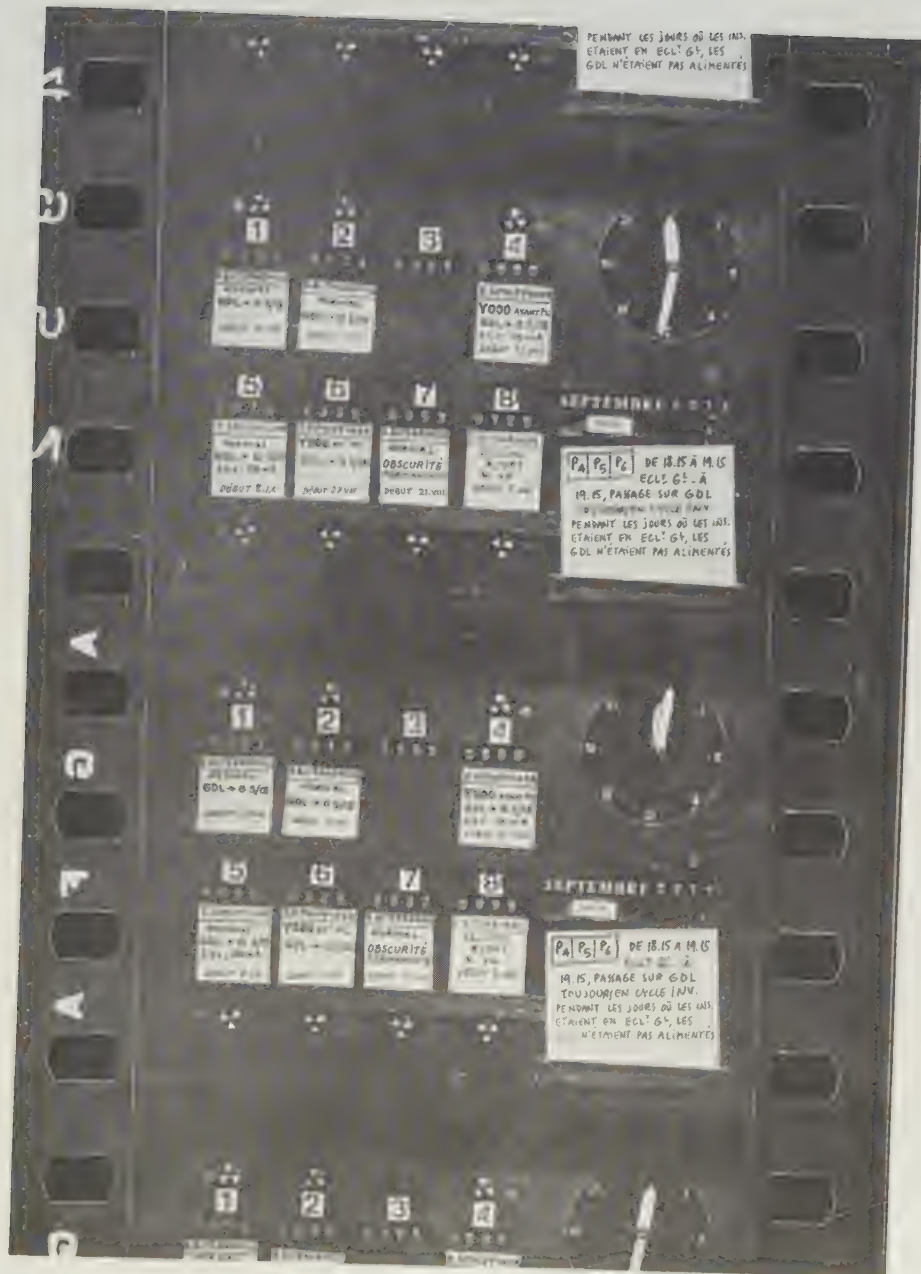


Fig. 15 - Extrait du film sur lequel sont photographiées, toutes les 30 mn, les valeurs totalisées sur 8 compteurs.

Au-dessus du cadran de chacun des compteurs un voyant indique, par la présence ou l'absence d'un trèfle, la marche du cycle d'éclairement dans la cage correspondante. L'image supérieure est prise le 14 septembre à 23 h 30, l'image inférieure, le 15 septembre à 0 h.



PENRANT LES JOURS OÙ LES INS.
ÉTAIENT EN ECL. G¹, LES
GDL N'ÉTAIENT PAS ALIMENTÉS

1 ECL. G ¹ DEBUT 19.15 FIN 20.15	2 ECL. G ¹ DEBUT 20.15 FIN 21.15	3 ECL. G ¹ DEBUT 21.15 FIN 22.15	4 ECL. G ¹ DEBUT 22.15 FIN 23.15
--	--	--	--

5 ECL. G ¹ DEBUT 23.15 FIN 00.15	6 ECL. G ¹ DEBUT 00.15 FIN 01.15	7 ECL. G ¹ DEBUT 01.15 FIN 02.15	8 ECL. G ¹ DEBUT 02.15 FIN 03.15
--	--	--	--

SEPTEMBRE 1963

P₁ P₅ P₆ DE 18.15 A 19.15
ECL. G¹ A
19.15, PASSAGE SUR GDL
DURANT LES JOURS OÙ LES INS.
ÉTAIENT EN ECL. G¹, LES
GDL N'ÉTAIENT PAS ALIMENTÉS

1 ECL. G ¹ DEBUT 19.15 FIN 20.15	2 ECL. G ¹ DEBUT 20.15 FIN 21.15	3 ECL. G ¹ DEBUT 21.15 FIN 22.15	4 ECL. G ¹ DEBUT 22.15 FIN 23.15
--	--	--	--

5 ECL. G ¹ DEBUT 23.15 FIN 00.15	6 ECL. G ¹ DEBUT 00.15 FIN 01.15	7 ECL. G ¹ DEBUT 01.15 FIN 02.15	8 ECL. G ¹ DEBUT 02.15 FIN 03.15
--	--	--	--

SEPTEMBRE 1963

P₁ P₅ P₆ DE 18.15 A 19.15
ECL. G¹ A
19.15, PASSAGE SUR GDL
TOUJOURS EN CYCLE INV.
PENDANT LES JOURS OÙ LES INS.
ÉTAIENT EN ECL. G¹, LES
GDL N'ÉTAIENT PAS ALIMENTÉS

Fig. 16 - Exemple de tracé de contrôle sur enregistreur graphique de séquences (Polystyl).

Les pistes 1 à 9 donnent le tracé de l'activité ; les pistes 10 à 18 indiquent la marche des différents cycles d'éclairage ; marquage temporel sur la piste 19 (30 minutes entre les deux traits).

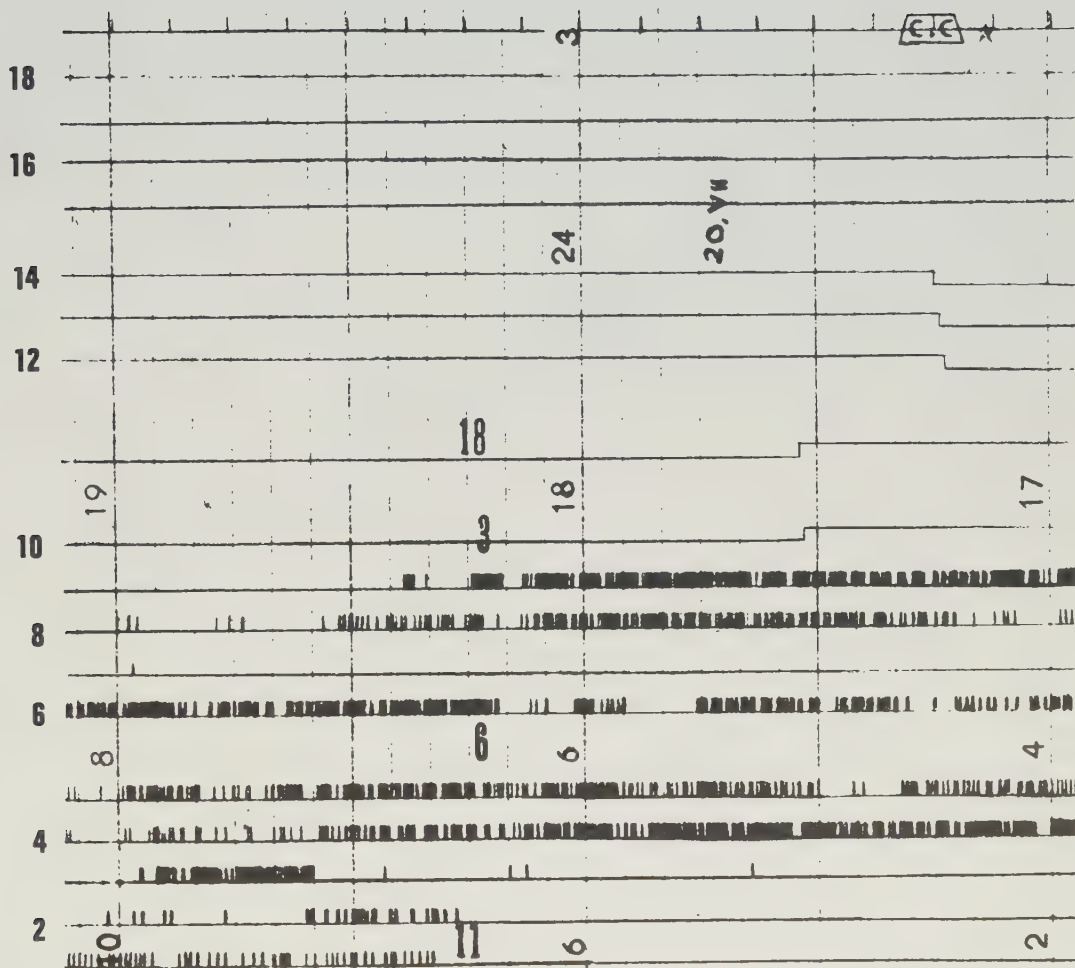
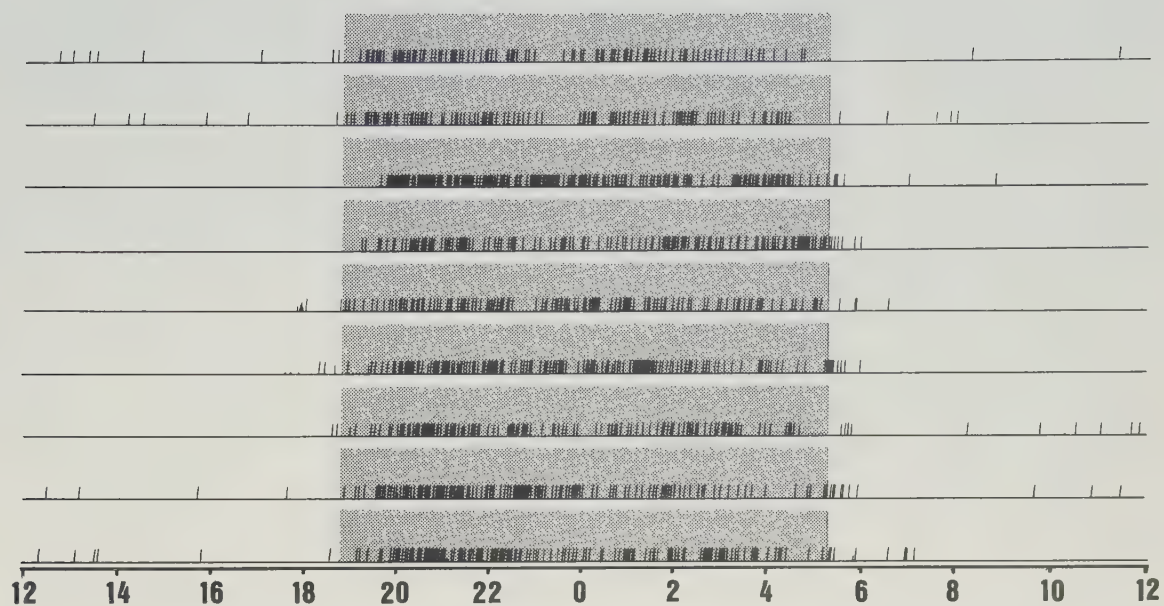


Fig. 17 - Activité stridulatoire de trois espèces de Tettigonioïdes enregistrées en conditions nycthémerales naturelles.

En haut : Callicrania monticola (SERV.) enregistré du 31 août au 8 septembre (durée du jour solaire : 13 h 30).

En bas : A, Barbitistes fischeri (YERS.) enregistré du 26 au 30 juin (durée du jour solaire : 16 h 15); B, Tettigonia viridissima (L.) enregistré du 15 au 20 août (durée du jour solaire : 14 h 30).



A

B

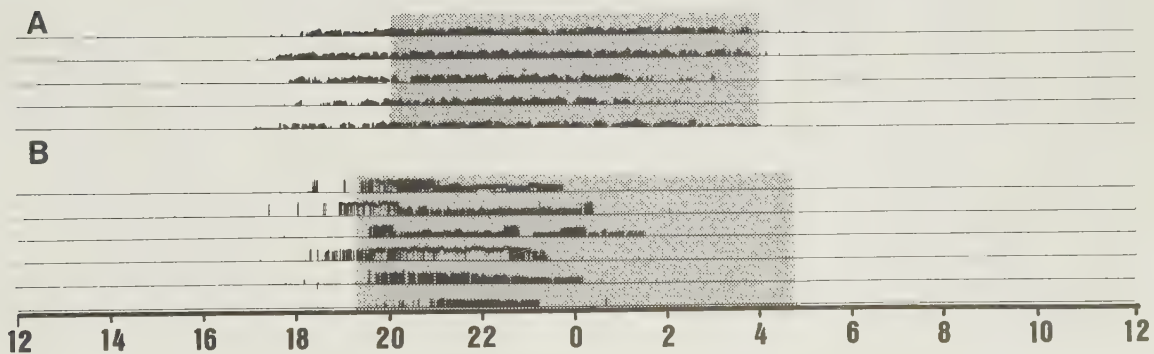


Fig. 18 - Répartition temporelle moyenne de la quantité d'activité stridulatoire dans la période de 24 h chez les trois espèces placées en L D_n.

En abscisse : temps de 0 h à 23 h 30 (division en unités de 30 mn). En ordonnée : nombre de stridulations pour 30 mn.

Pour chaque classe de 30 mn, le trait vertical indique l'intervalle de confiance à $P = .05$.

Les pourcentages qui figurent à l'intérieur de chaque histogramme indiquent la proportion d'activité, pendant le temps de lumière et pendant le temps d'obscurité.

Données acquises :

- pour provincialis, sur 21 jours d'enregistrement (3 insectes) ;
- pour biterrensis, sur 20 jours d'enregistrement (4 insectes) ;
- pour ephippiger, sur 17 jours d'enregistrement (3 insectes).

Nota : dans cette figure, comme dans celles qui suivent, le temps d'obscurité est représenté en gris.

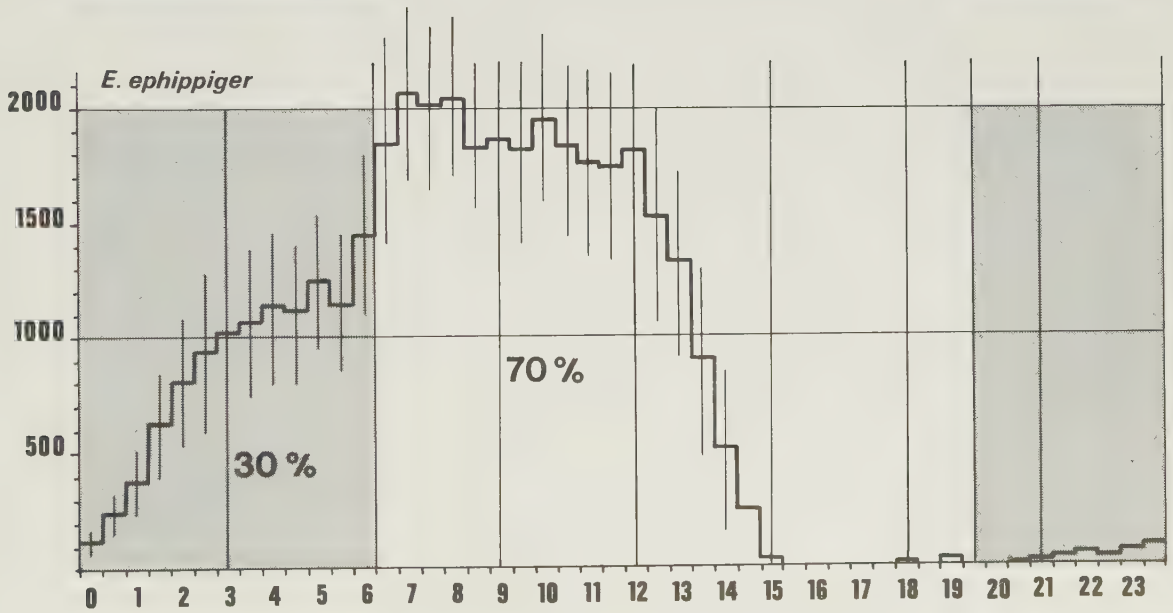
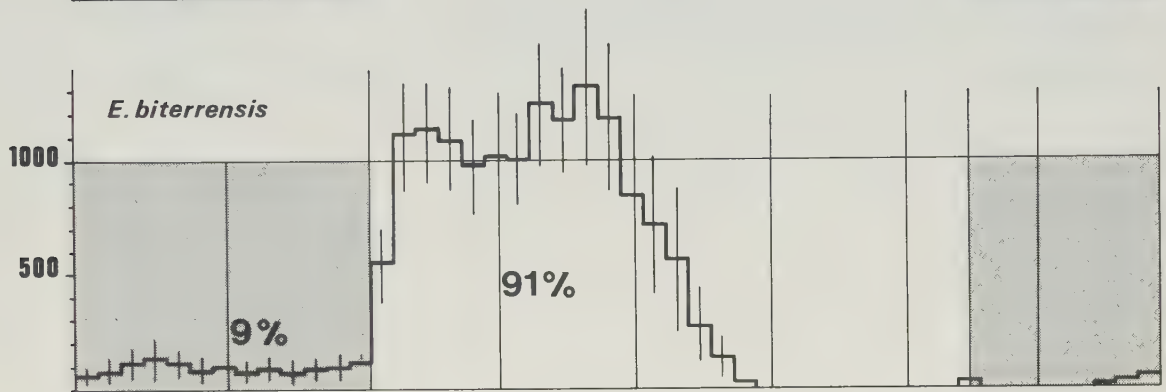
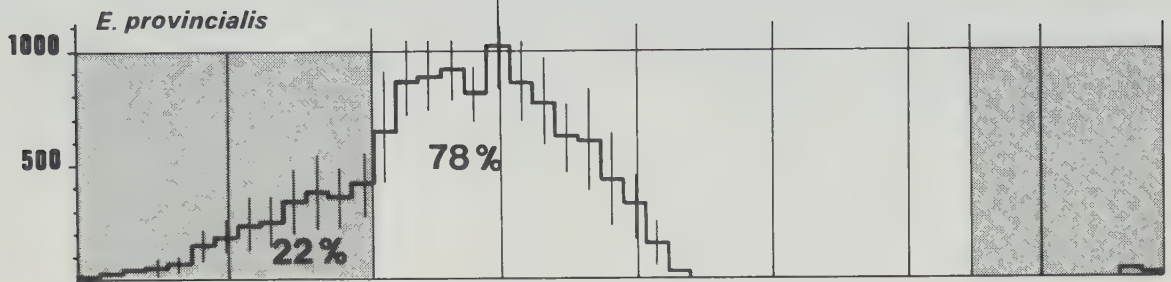


Fig. 19 - Activité stridulatoire de deux espèces d'Ephippiger en L D_n.

A gauche : provincialis ; à droite : biterrensis.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

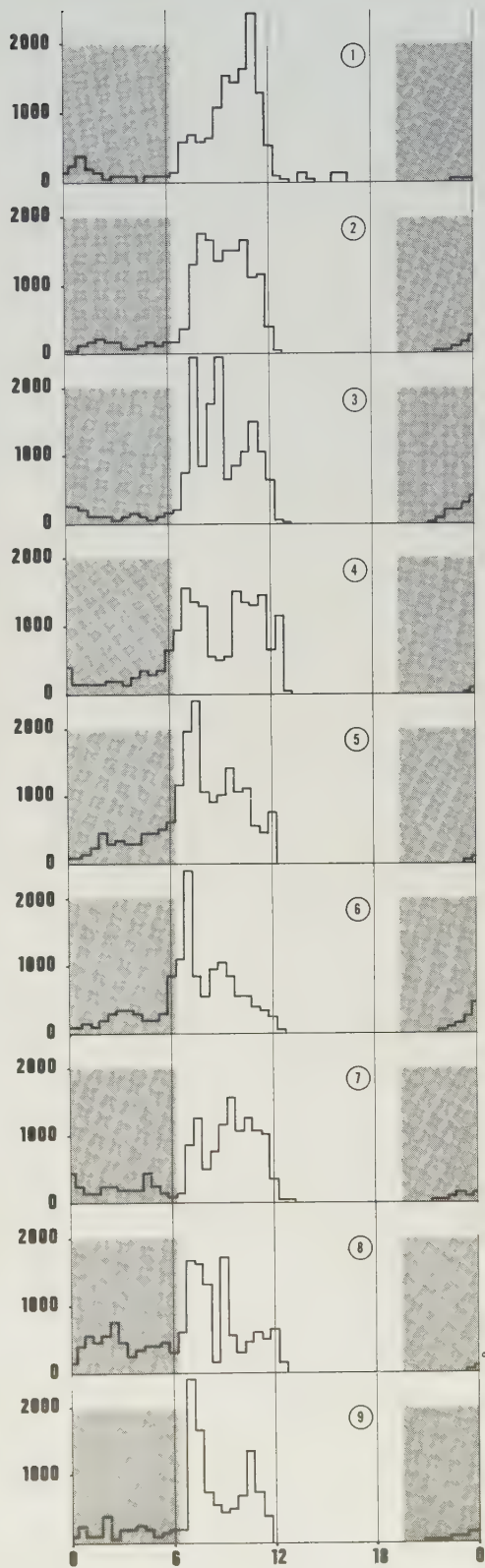
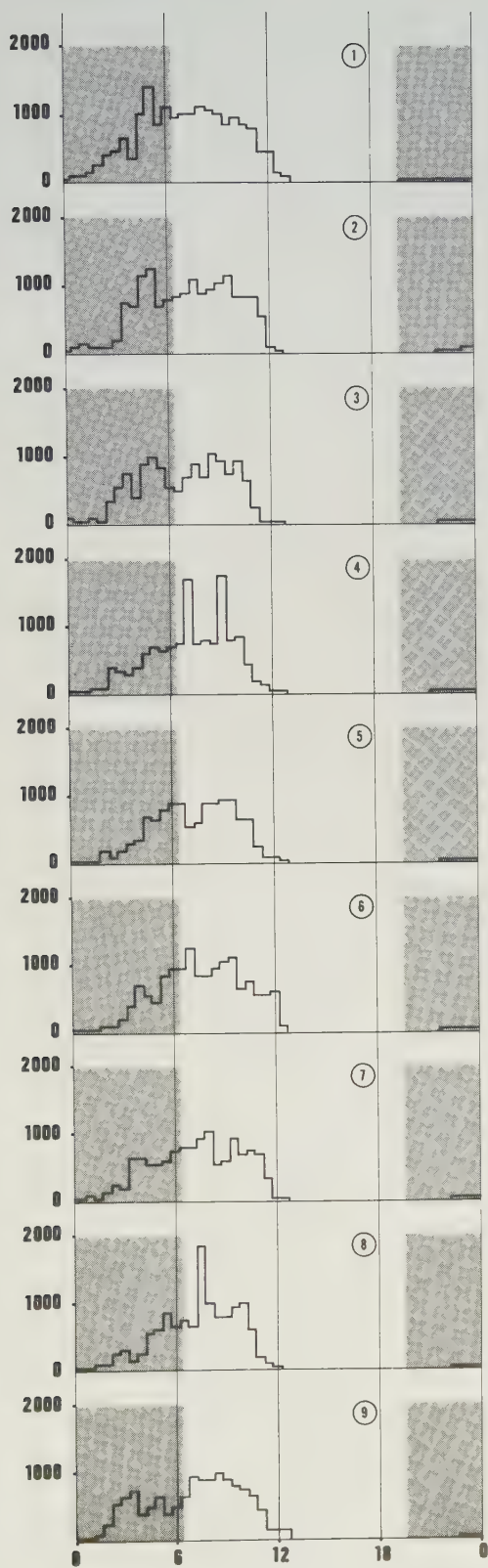


Fig. 20 - Activité stridulatoire de deux espèces d'Ephippiger en L D_n.

A gauche : ephippiger ; à droite : biterrensis.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

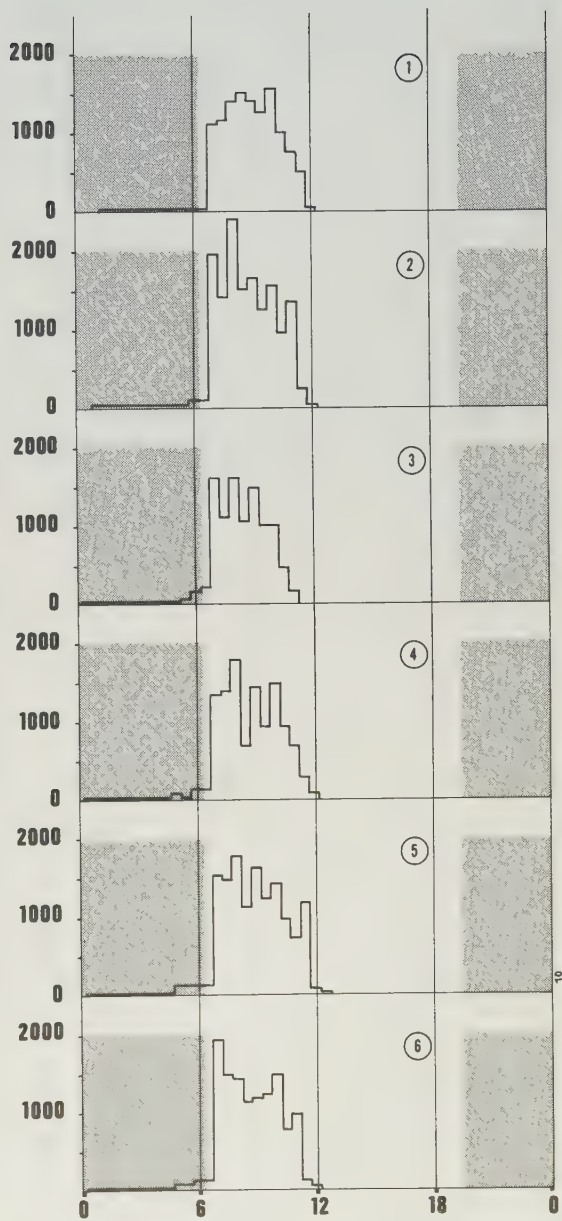
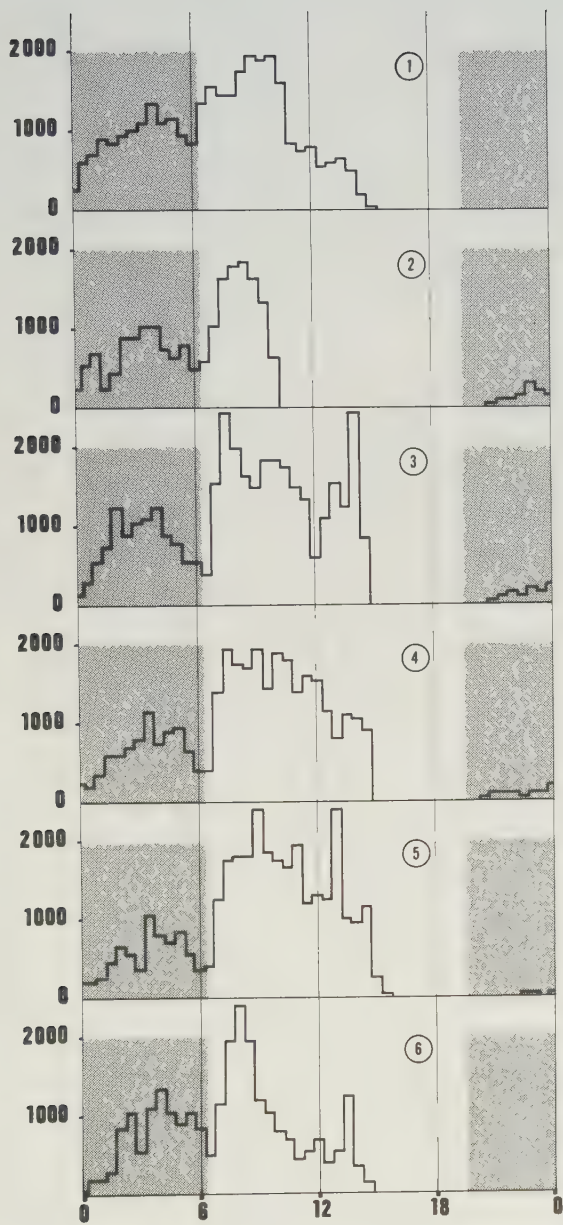


Fig. 21 - E. biterrensis : développement de l'activité stridulatoire périodique après la mue imaginale ; tracé portant sur 18 jours ; le jour 1 est celui de la mue imaginale.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle L D_n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

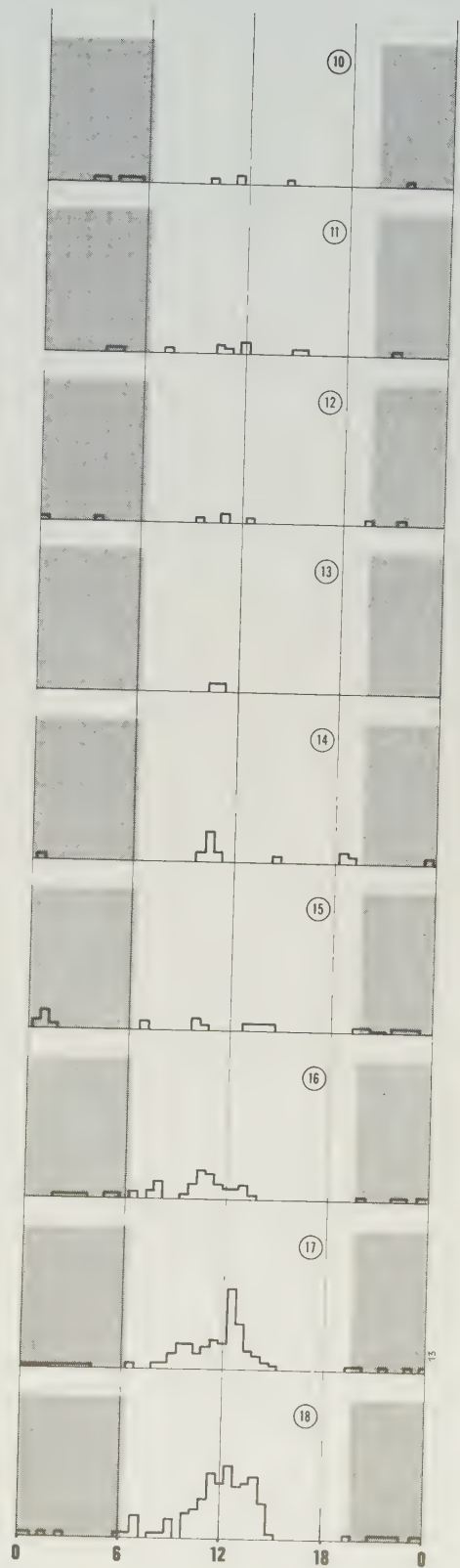
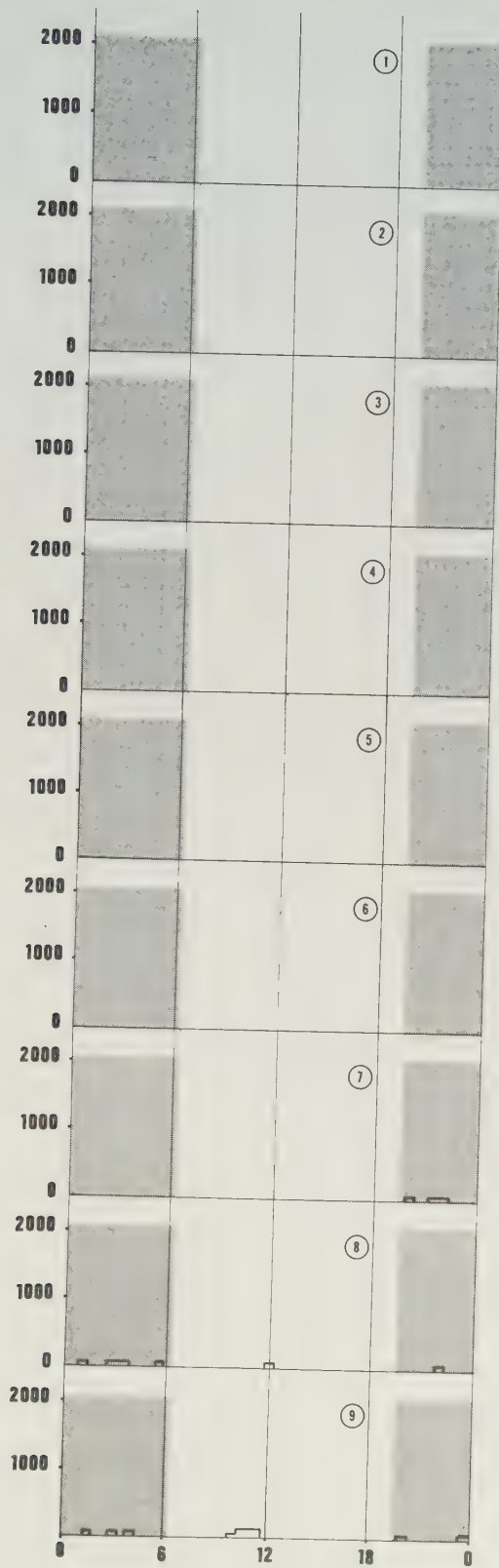


Fig. 22 - E. ephippiger : développement de l'activité stridulatoire périodique après la mue imaginale ; tracé portant sur 16 jours ; le jour 1 est celui de la mue imaginale.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle L D_n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

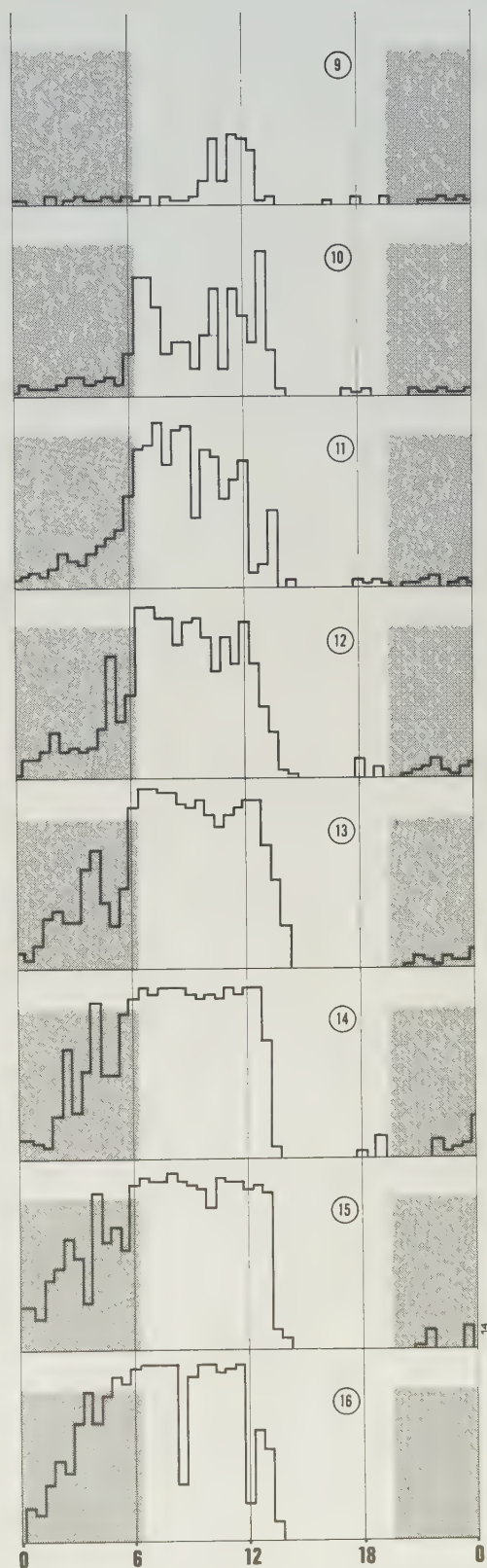
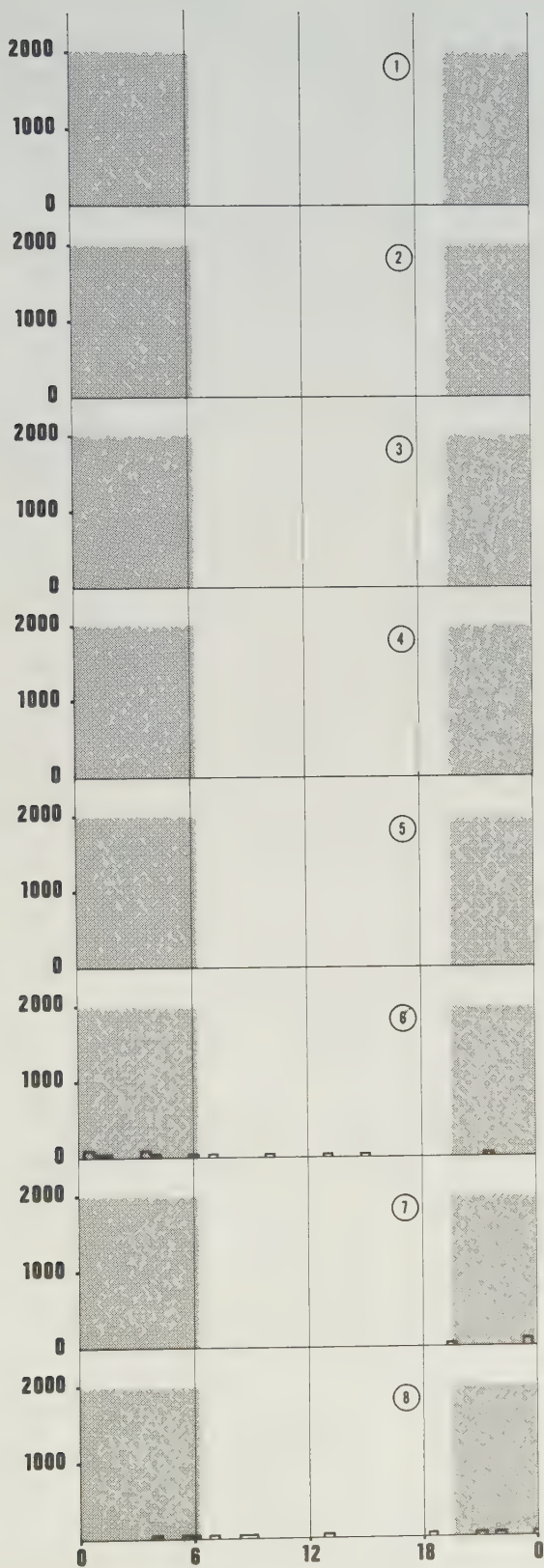


Fig. 23 - E. ephippiger : deux tracés montrant la reprise de l'activité stridulatoire après la copulation (signalée par une flèche au jour 1).

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle L D_n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

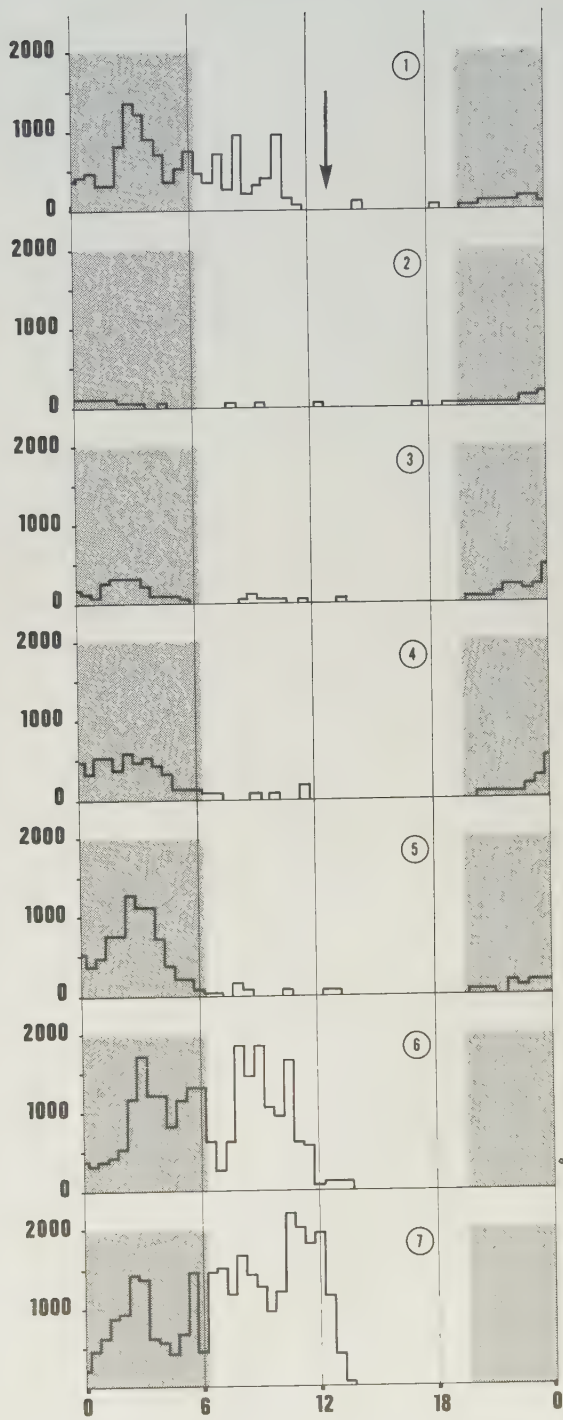
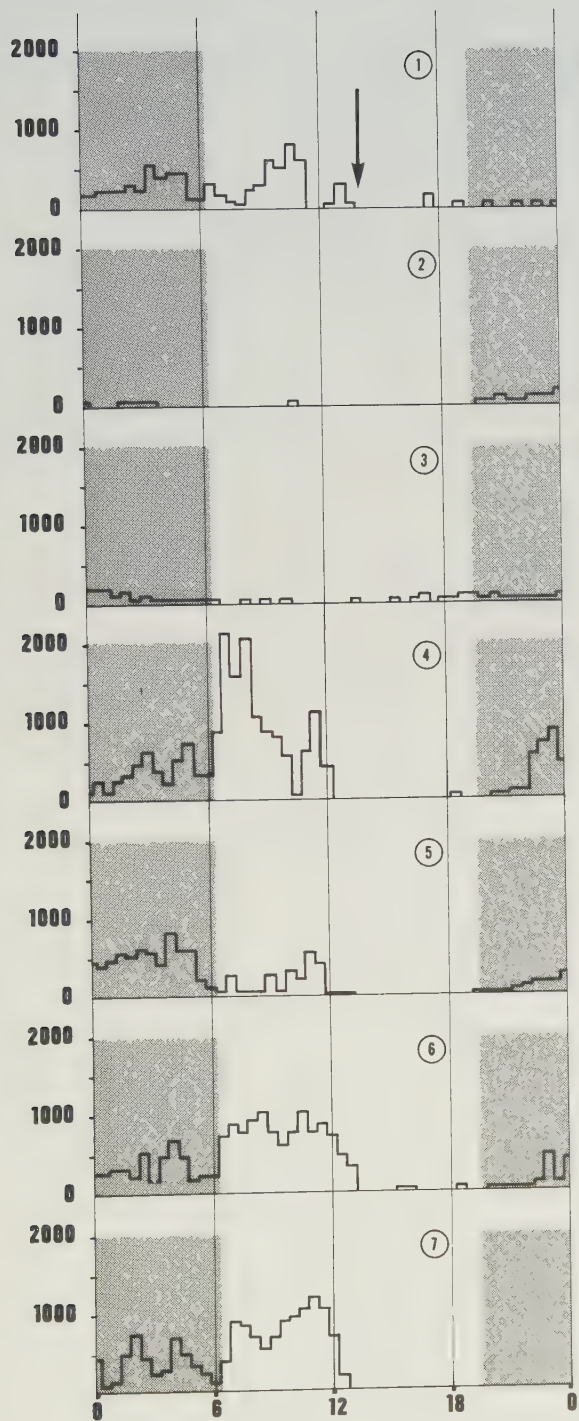
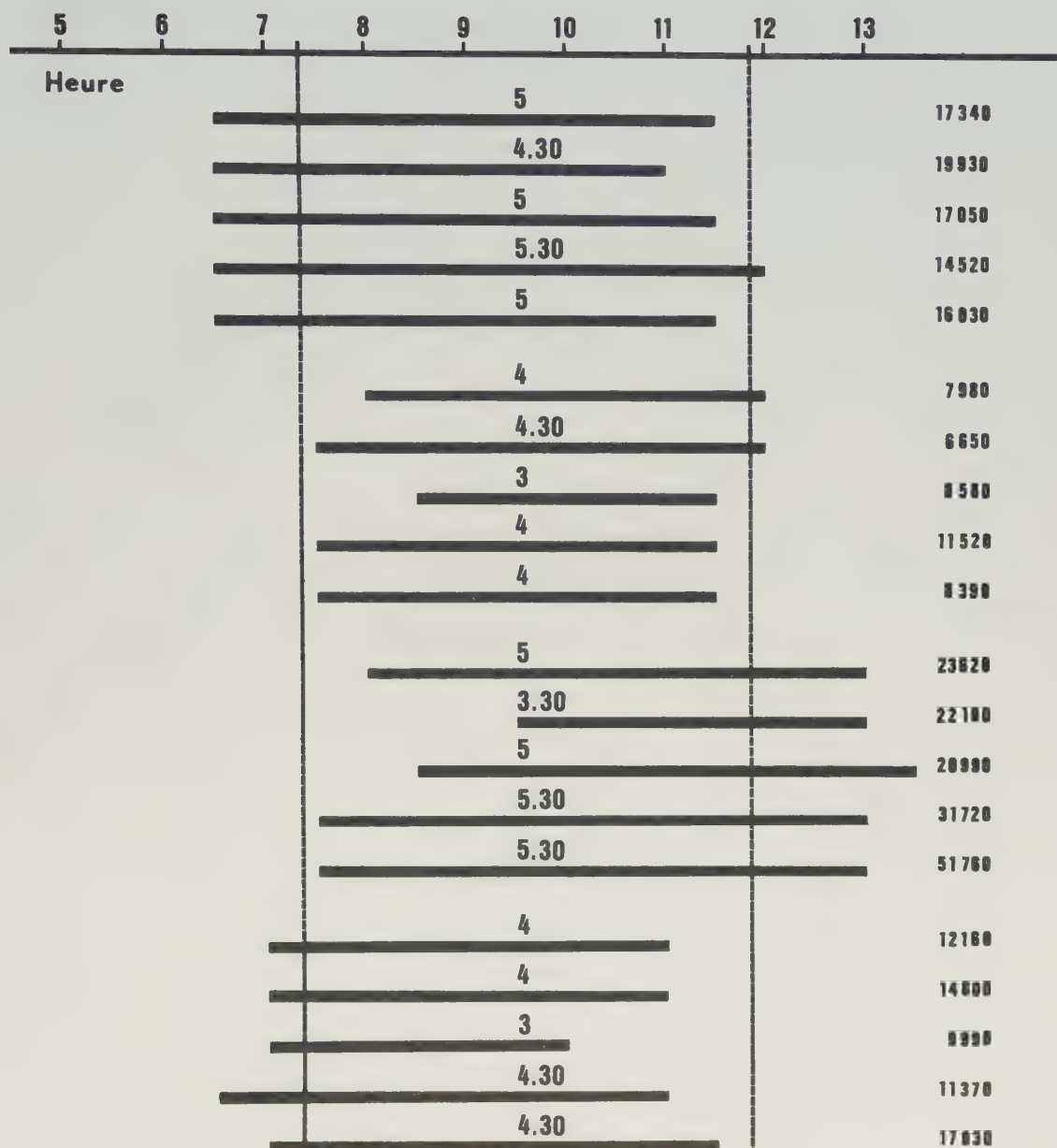


Fig. 24 - E. biterrensis : dispersion des paramètres caractéristiques de l'activité stridulatoire périodique (4 échantillons de 5 jours consécutifs provenant d'insectes différents).

Pour chacun des jours considérés, l'activité de l'insecte est représentée par un segment horizontal dont la position, par rapport à l'échelle de temps (en haut du graphique), précise l'heure de début et de fin, ainsi que la durée. La valeur numérique des durées et des quantités individuelles est figurée au centre (durée) et dans la colonne de droite (quantité/24 h).

En bas : valeur moyenne et écart moyen des divers paramètres.



REPARTITION TEMPORELLE

QUANTITE Nombre de stridulations/24 h

Valeur
moyenne

Ecart
moyen

Début 7h21 ← Durée 4h29 → Fin 11h50

0h39mn

0h36mn
(=13,7 %)

0h43mn

17220

13510
(=78,3%)

Fig. 25 - E. ephippiger : synchronisation du rythme sur le cycle inversé $L D_i$.

Jusqu'au jour 5 : $L D_n$; jour 6 : inversion du cycle ; jours 7 à 10 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn .

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

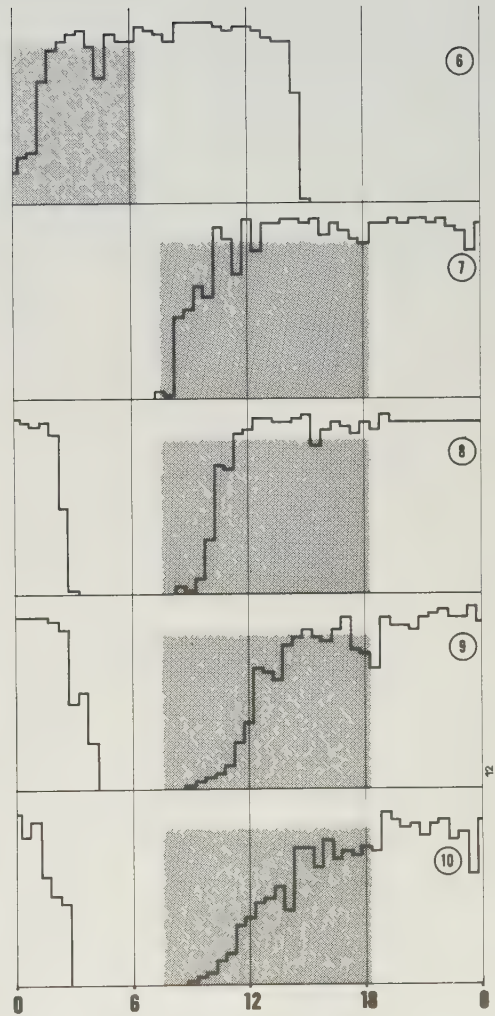
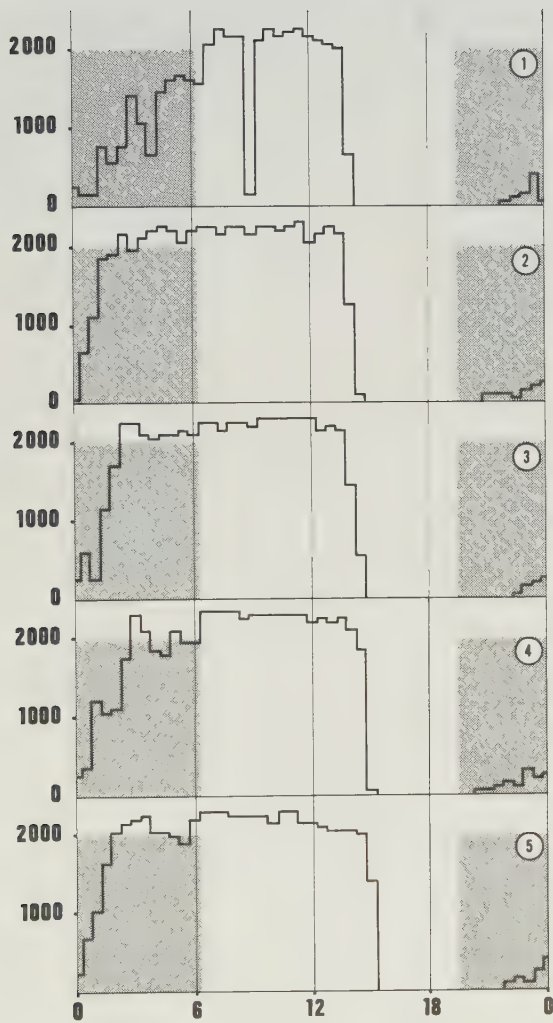


Fig. 26 - E. provincialis : inversion du cycle d'éclairement. Synchronisation de l'activité stridulatoire (à gauche) et de l'activité locomotrice (à droite).

Jours 1 à 3 : $L D_n$; jour 4 : inversion du cycle ; jours 5 à 8 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité d'activité par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

(Erratum : ne pas tenir compte du temps d'obscurité qui figure au jour 4 de 19 h 30 à 0 h.)

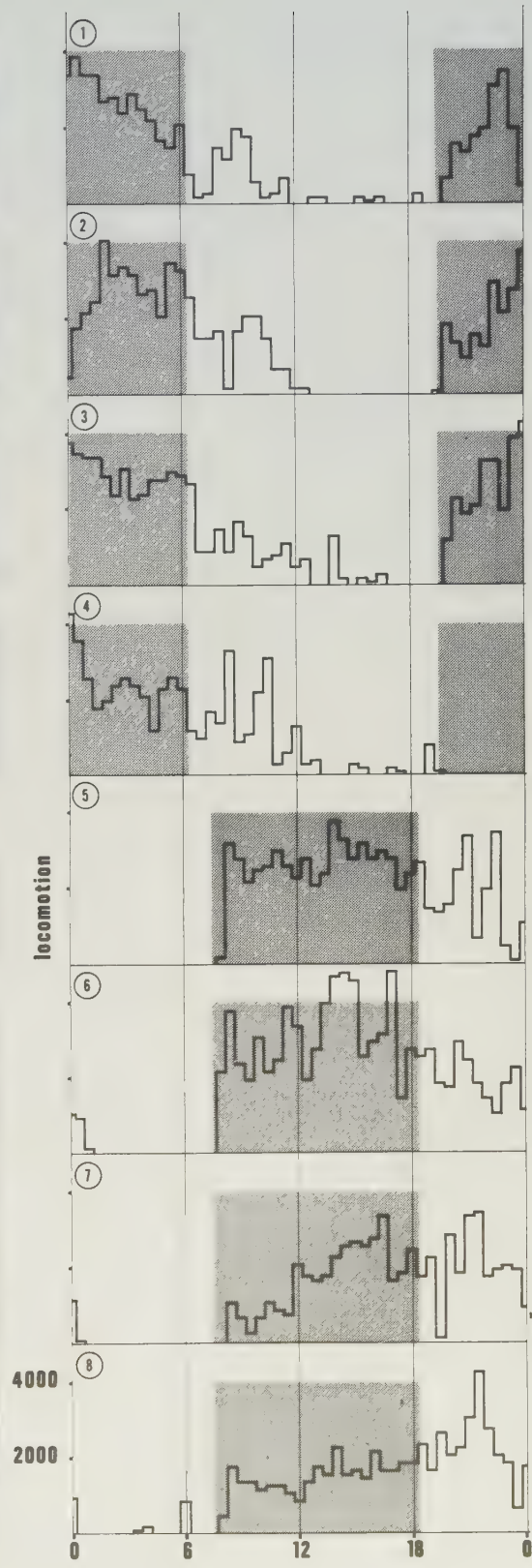
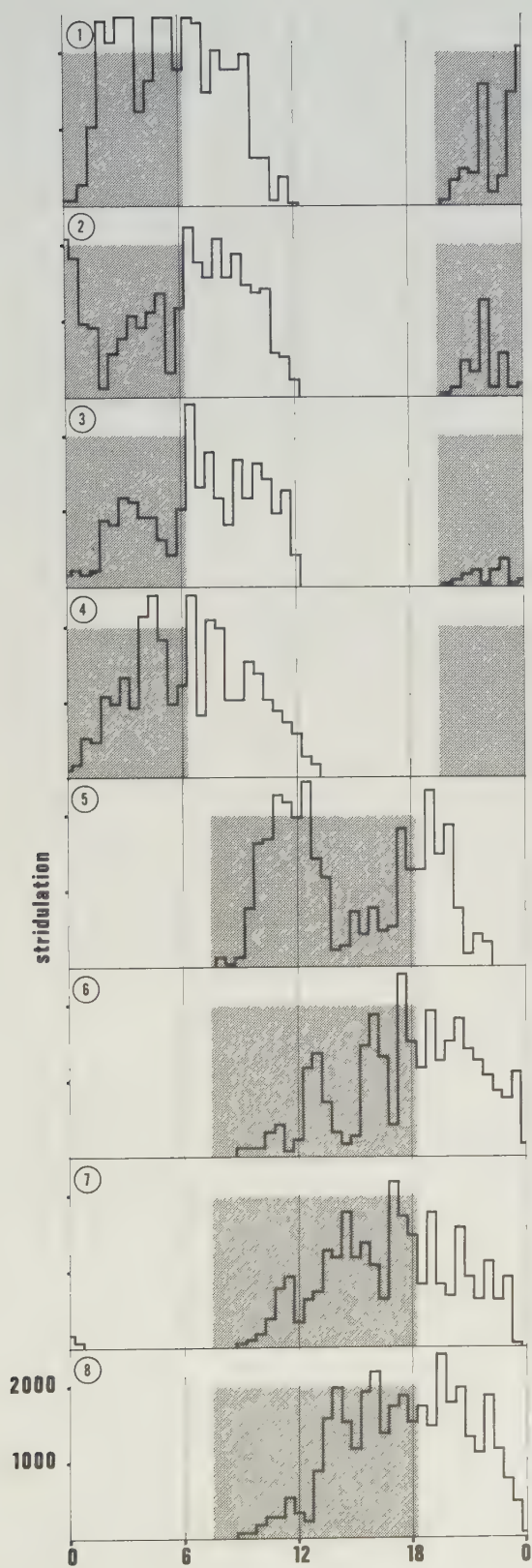


Fig. 27 - E . biterrensis (3 insectes) :rythme d'activité stridulatoire
en cycle d'éclairement inversé (L D _i)

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité
d'activité par 30 mn.

Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

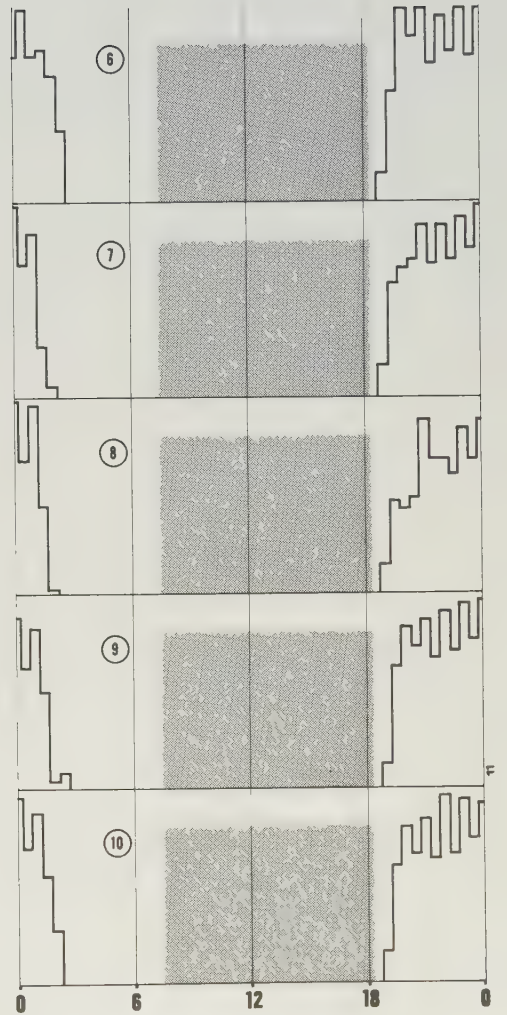
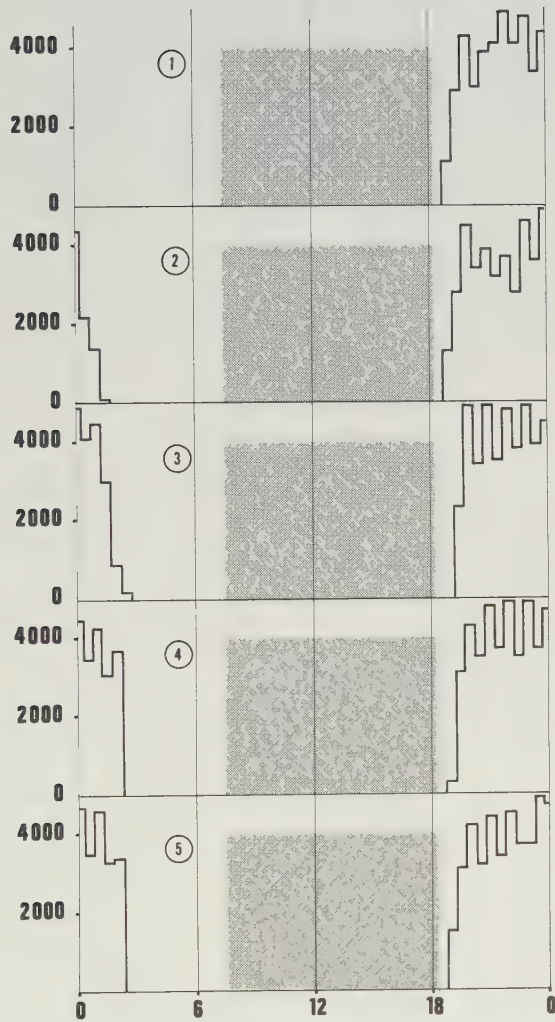


Fig. 28 - E. biterrensis : exemples de synchronisation du rythme d'activité stridulatoire sur des cycles L D de période inférieure à 24 h.

L D 6 : 6 - Tracé de gauche et tracé central : à gauche, l'activité présente une période de 12 h que l'insecte maintient difficilement ; au centre, l'activité se limite au premier temps de lumière, et la période demeure ainsi égale à 24 h.

L D 8 : 8 - Tracés de droite : le rythme montre une période de 16 h, nettement synchronisée sur le cycle L D.

(Tracés obtenus sur enregistreur graphique. En abscisse : temps de 0 h à 0 h.)

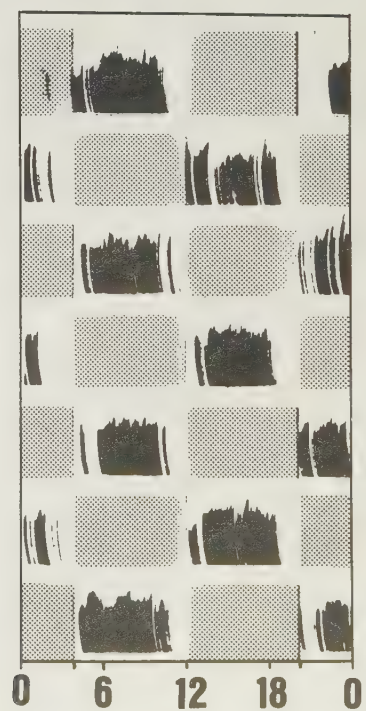
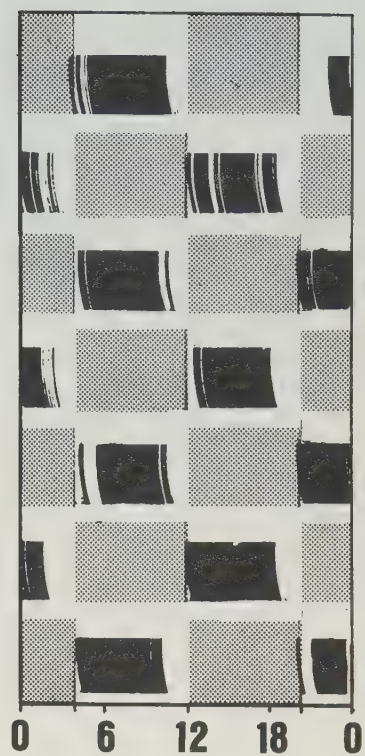
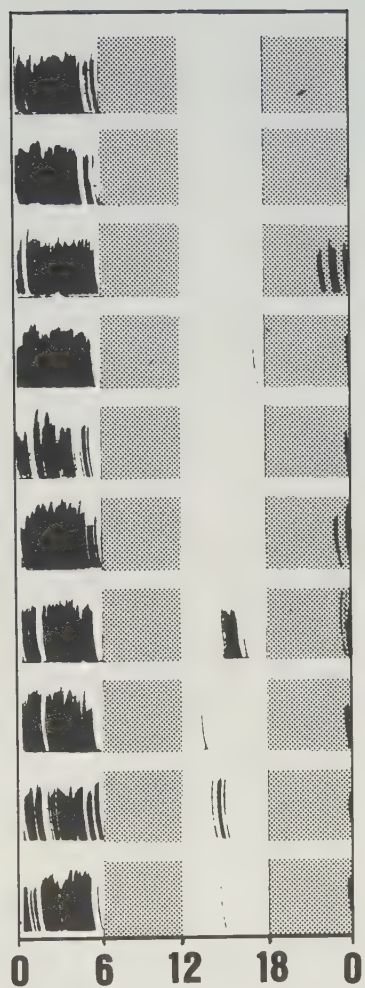
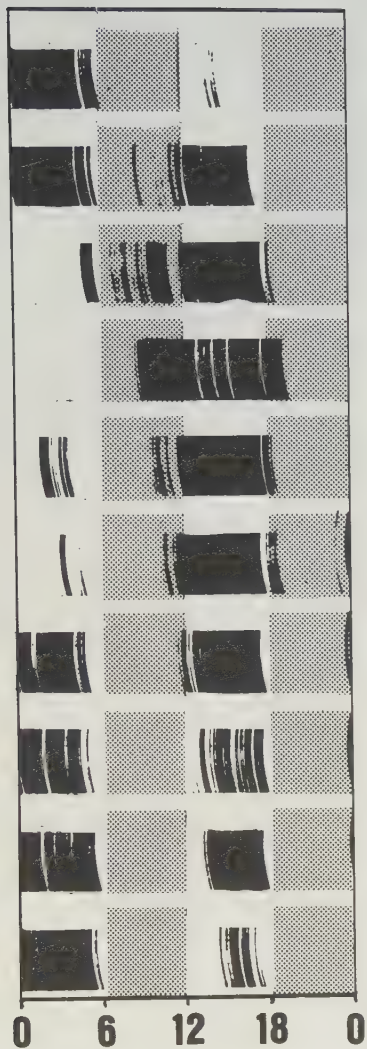


Fig. 29 - E. ephippiger : exemple de synchronisation du rythme d'activité stridulatoire sur le cycle L D 8 : 8.

26 jours d'enregistrement consécutifs.

(Tracé obtenu sur enregistreur graphique. En abscisse : temps de 0 h à 0 h.)

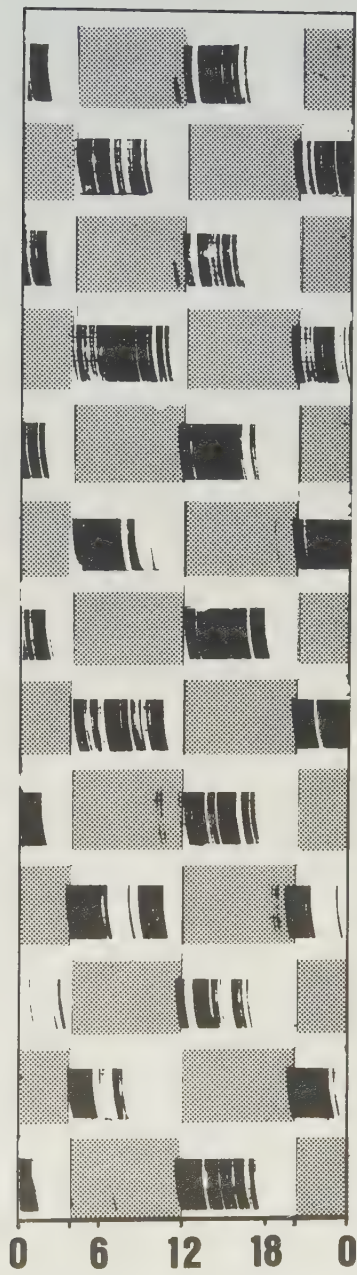
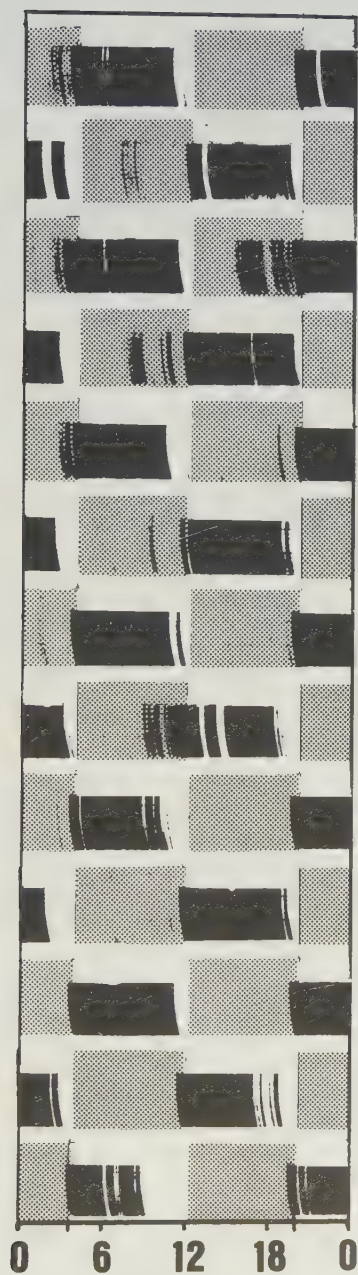


Fig. 30 - E. biterrensis : activité stridulatoire en obscurité permanente (exemple extrait d'un enregistrement de 46 jours). La période évaluée par autocorrélation est d'environ 24 h 15 (v. Fig. 40-3).

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité d'activité par 30 mn.

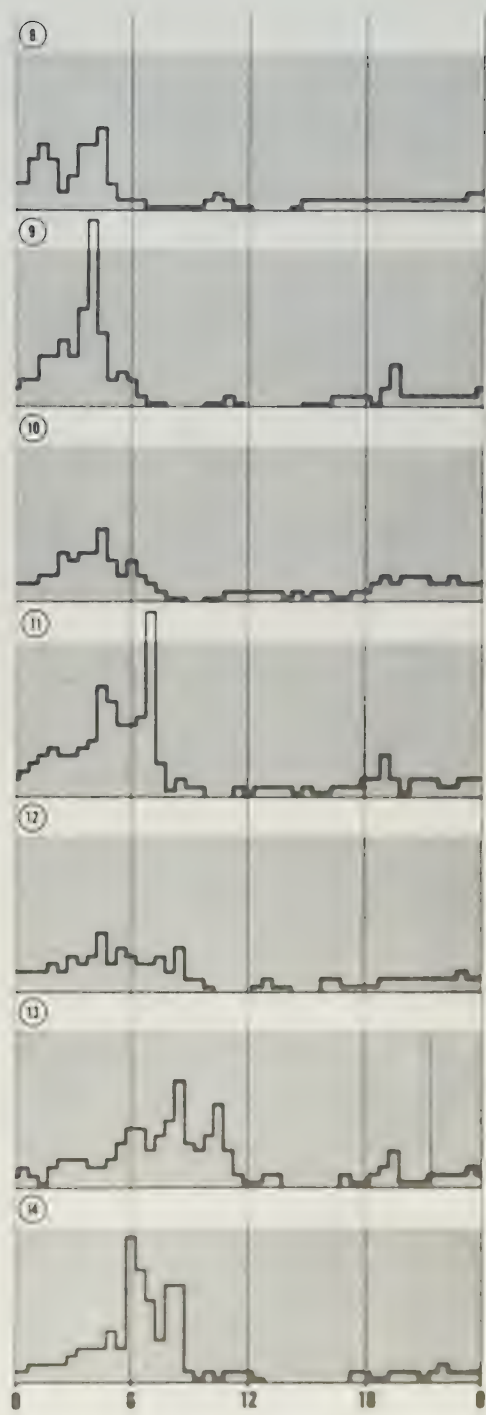
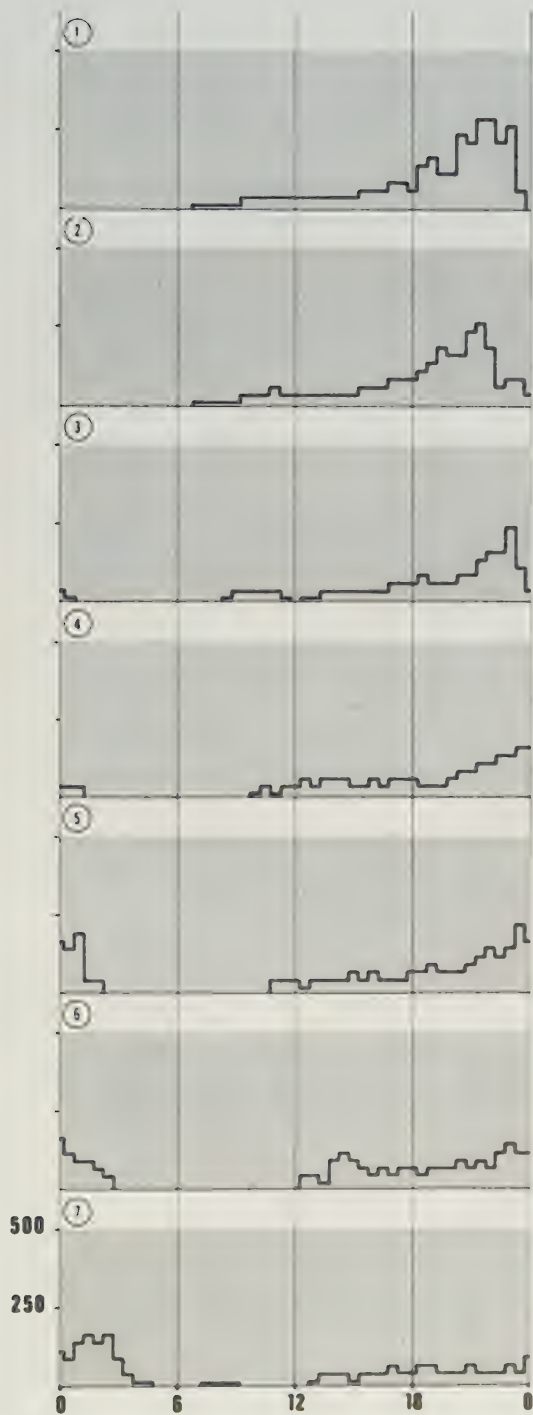


Fig. 31 - E. biterrensis : activité stridulatoire en obscurité permanente (exemple extrait d'un enregistrement de 36 jours). La période évaluée par autocorrélation est d'environ 22 h 30 (v. Fig. 40-2).

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité d'activité par 30 mn.

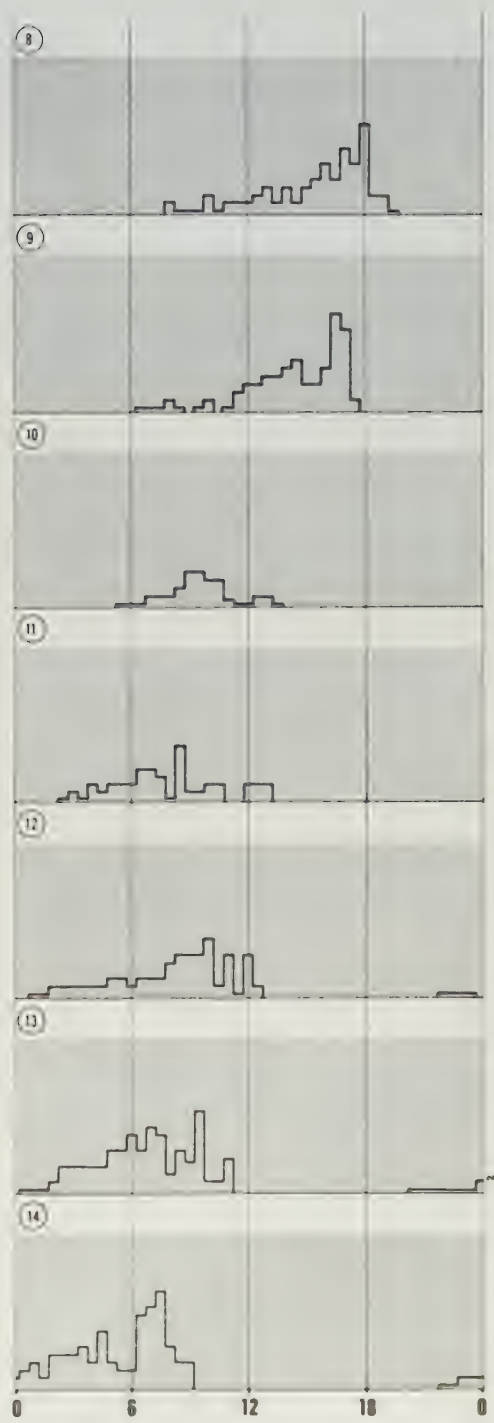


Fig. 32 - E. provincialis : activité stridulatoire (à gauche) et locomotrice (à droite) après passage à l'obscurité permanente. Dans cet exemple, l'animal répond par un net raccourcissement de période, autant dans son rythme stridulatoire que locomoteur.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité d'activité par 30 mn.

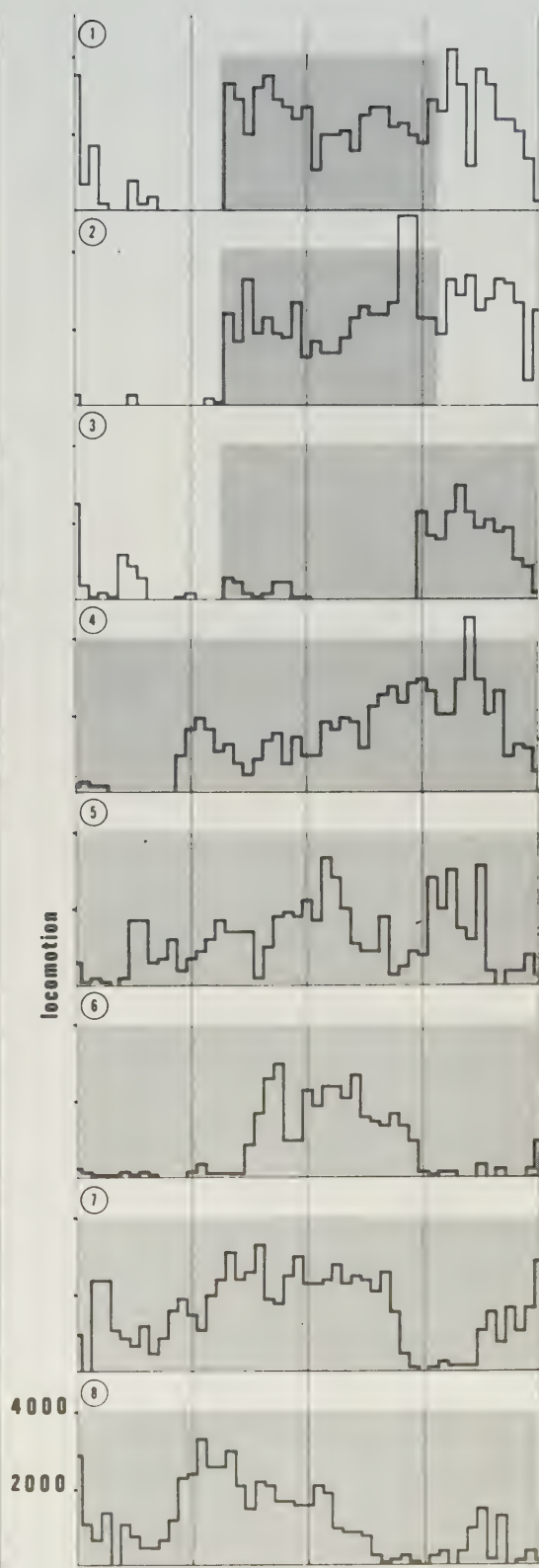
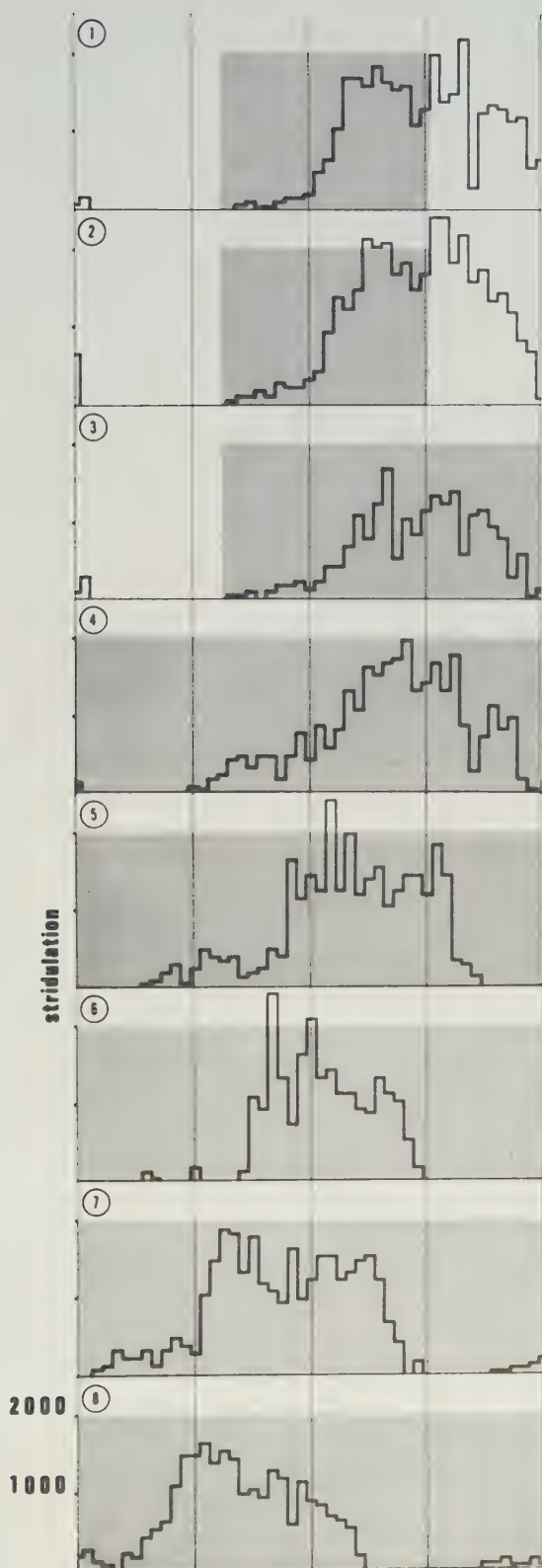


Fig. 33 - E. ephippiger : activité stridulatoire pendant 30 jours consécutifs d'un insecte éclos, élevé et enregistré en éclairage permanent; exemple de périodicité stable et égale à 24 h (autocorrélation, v. Fig. 40-13).

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité d'activité par 30 mn.

2000
1000

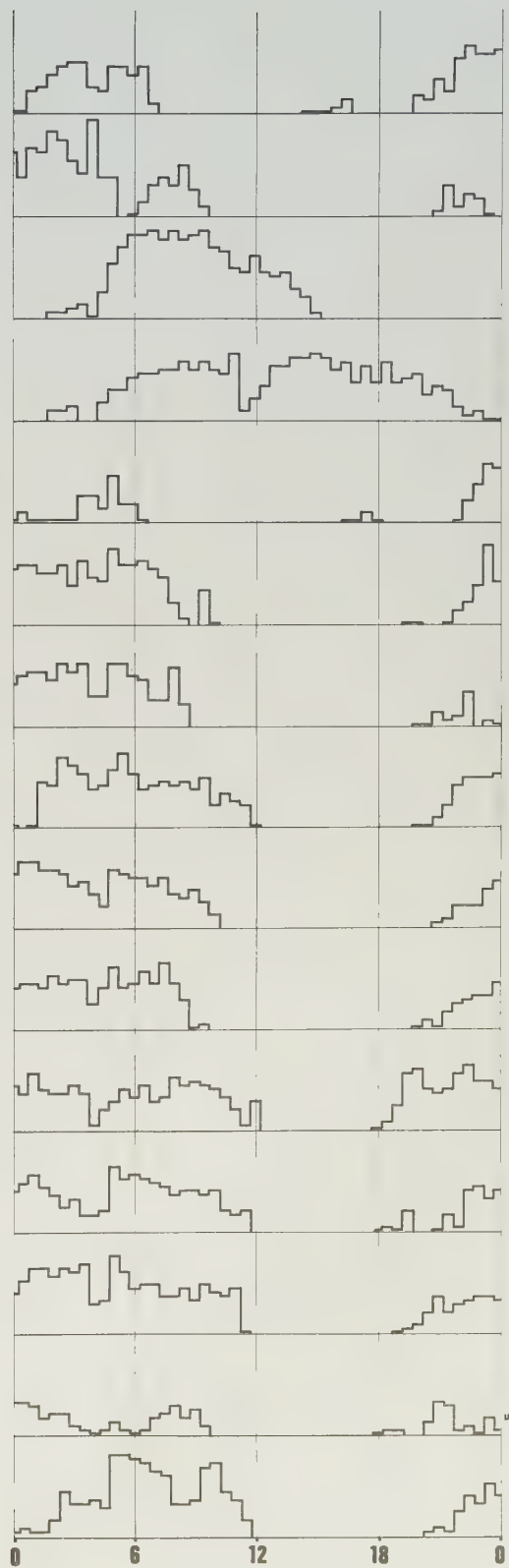
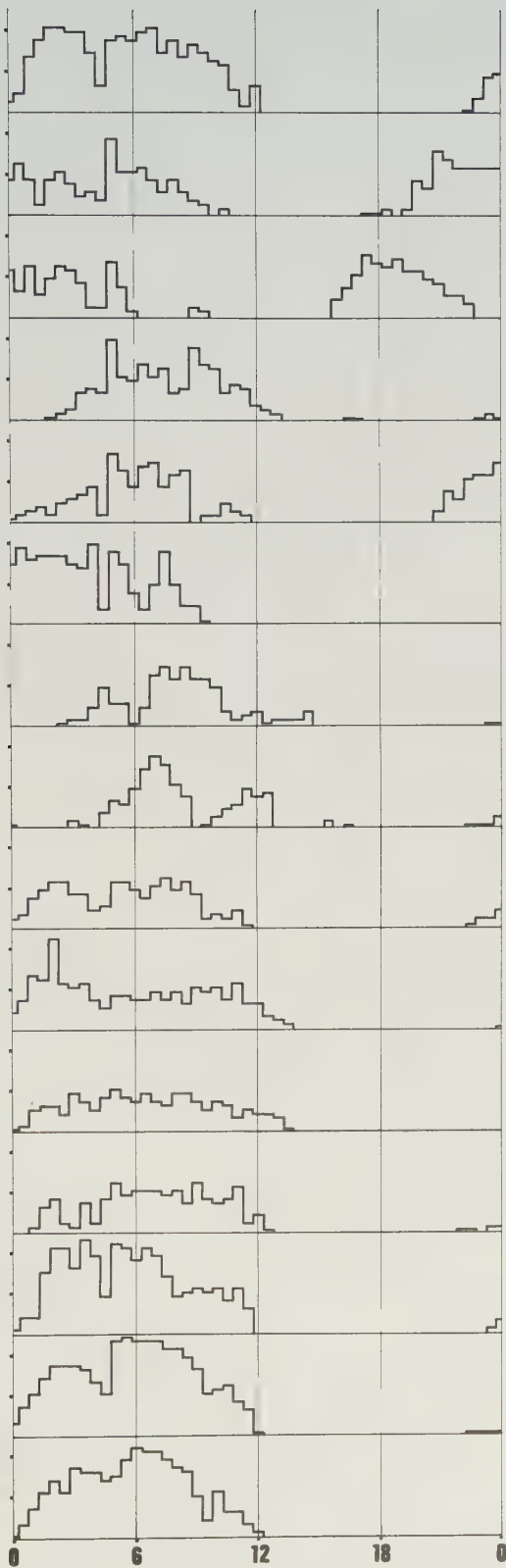


Fig. 34 - Exemples d'activité stridulatoire sans périodicité mesurable chez deux insectes éclos, élevés et enregistrés en éclairage permanent.

A gauche : E. biterrensis ; à droite : E. ephippiger.
Pour le tracé de gauche, voir fonction d'autocorrélation Fig. 40-10.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité d'activité par 30 mn.

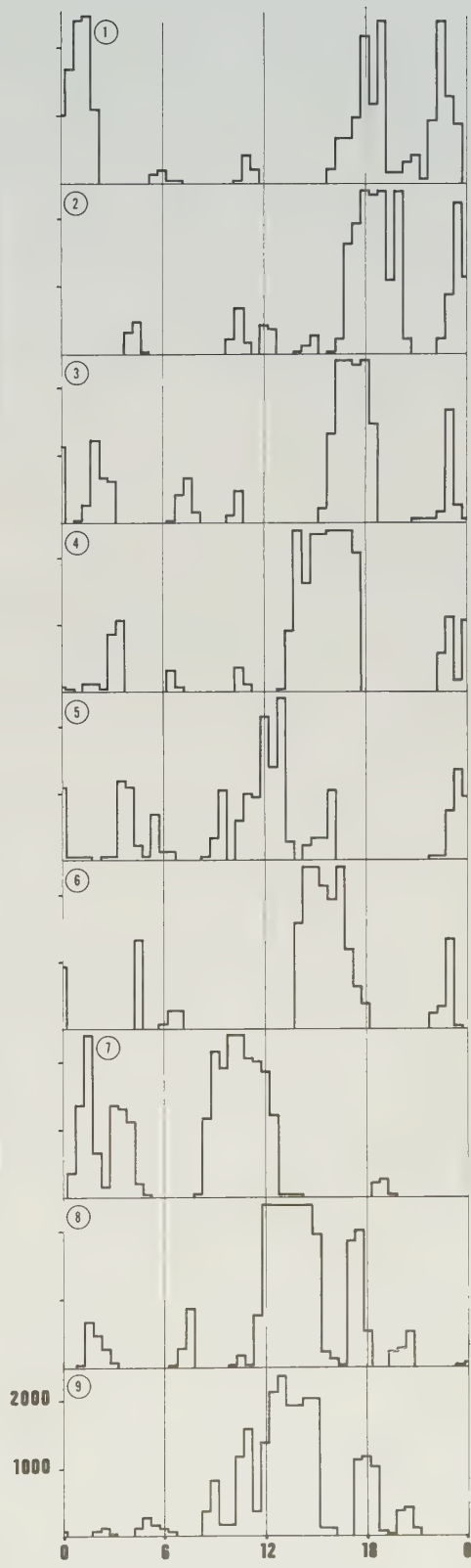
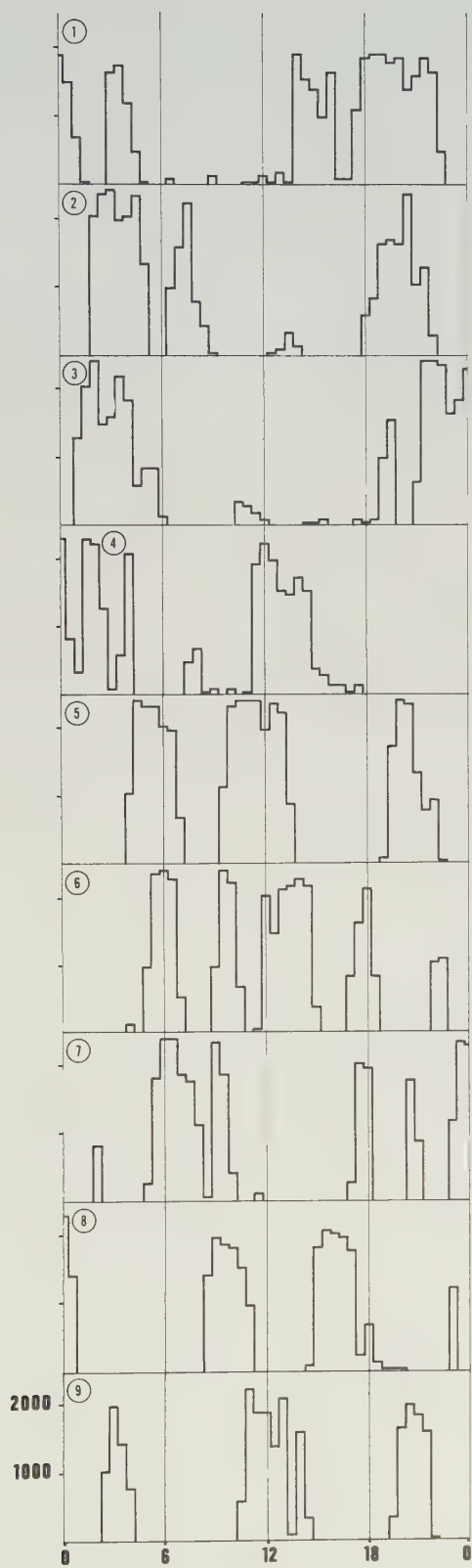


Fig. 35 - E. biterrensis (même individu que celui dont le tracé est donné dans la Fig. 34) : effet "régulateur" sur la distribution de l'activité, provoquée par un temps d'obscurité interrompant les conditions constantes L L : 12 h d'obscurité, du jour 6 à 21 h au jour 7 à 9 h.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : quantité d'activité par 30 mn.



Fig. 36 - Transmission de la lumière dans le sable de Fontainebleau saturé d'eau*.

Les limites de sensibilité de l'appareillage n'ont pas permis de pousser les mesures au-delà d'une épaisseur de sable égale à 10 mm ; la courbe en tirets est donc extrapolée. On a également porté sur le graphique la droite de référence correspondant à la loi théorique de transmission dans un milieu absorbant.

En abscisse : épaisseur de sable traversée ; en ordonnée : densité et facteur de transmission.

* Mesures faites avec le concours du Service de Métrologie de l'I.N.R.A.

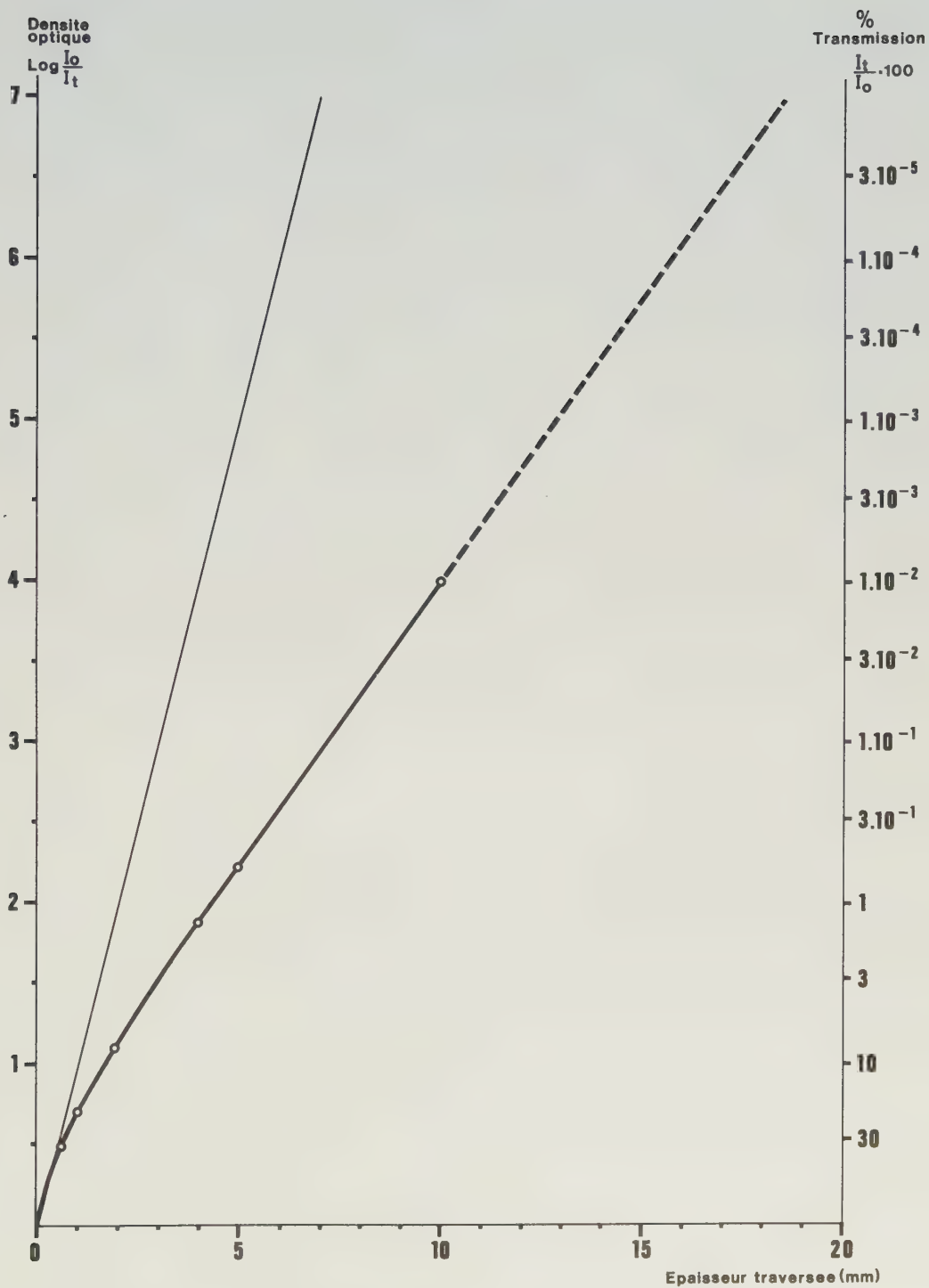


Fig. 37 - Commande humorale du caractère périodique de l'activité : schémas illustrant l'hypothèse.

En haut : principe d'action d'une substance activatrice (+) ou inhibitrice (-) dont le taux varie périodiquement par rapport à un seuil d'action ; dans les deux cas, l'activité est possible entre a et b.

En bas : système de "temporisation" fondé sur le principe précédent. Le stimulus synchronisateur (passage D $\rightarrow$ L, par exemple) déclenche au temps t_1 les processus de libération de la substance (+ dans le cas représenté), qui n'atteint son seuil d'action qu'au temps t_2 ; la durée $t_2 - t_1$ est le temps qui s'écoule entre l'apparition du stimulus synchronisateur et le début de la manifestation de l'activité.

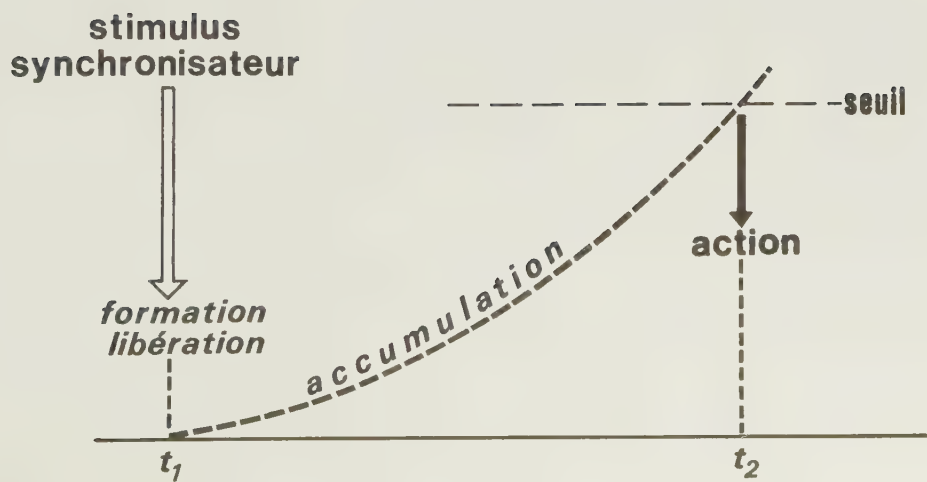
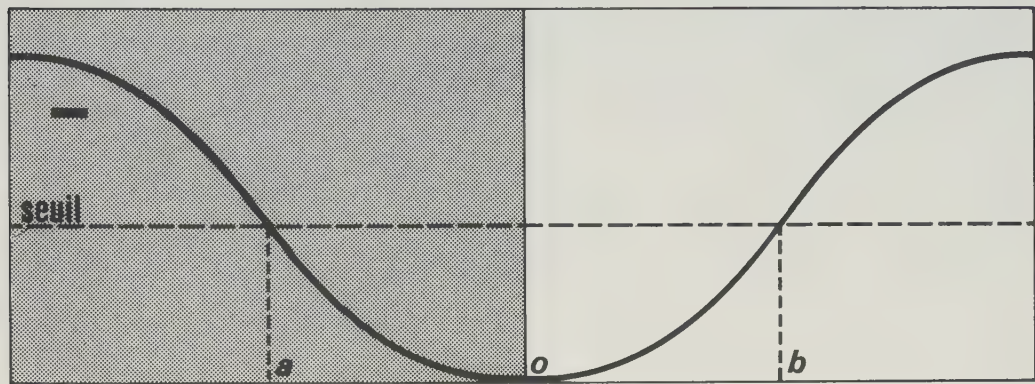
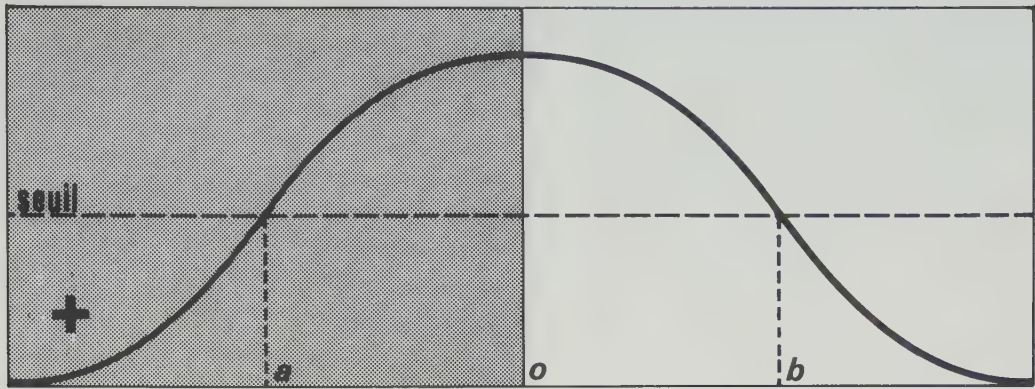


Fig. 38 - Effet de l'action combinée du cycle L D et de la température sur la manifestation de l'activité chez E. ehippiger.

En haut : "matinées froides". Pour chacun des 12 enregistrements, l'état thermique est schématisé par la courbe en tirets ; les heures de début et de fin de réfrigération sont indiquées au début de chaque tracé.

En bas : "nuits froides". Même principe de présentation.

En abscisse : temps en heures.

Cycle nycthéméral naturel : obscurité de 17 h 45 à 7 h 50 approximativement.

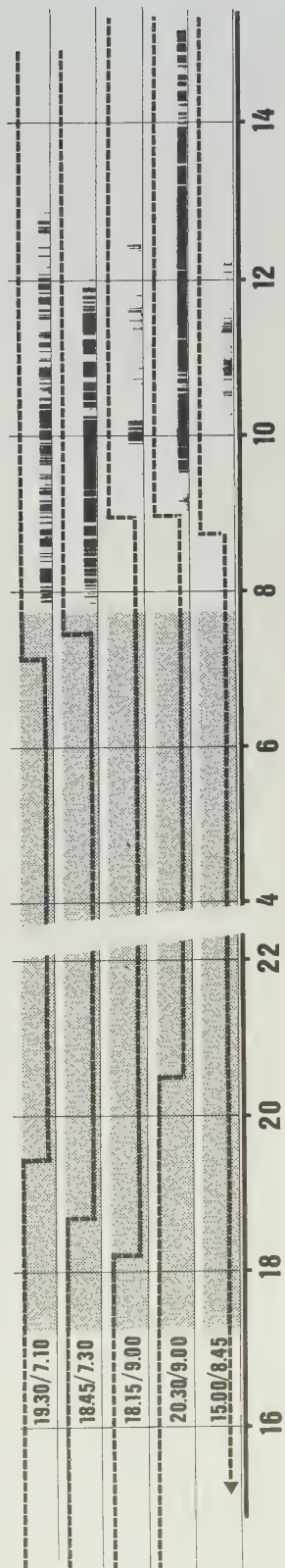
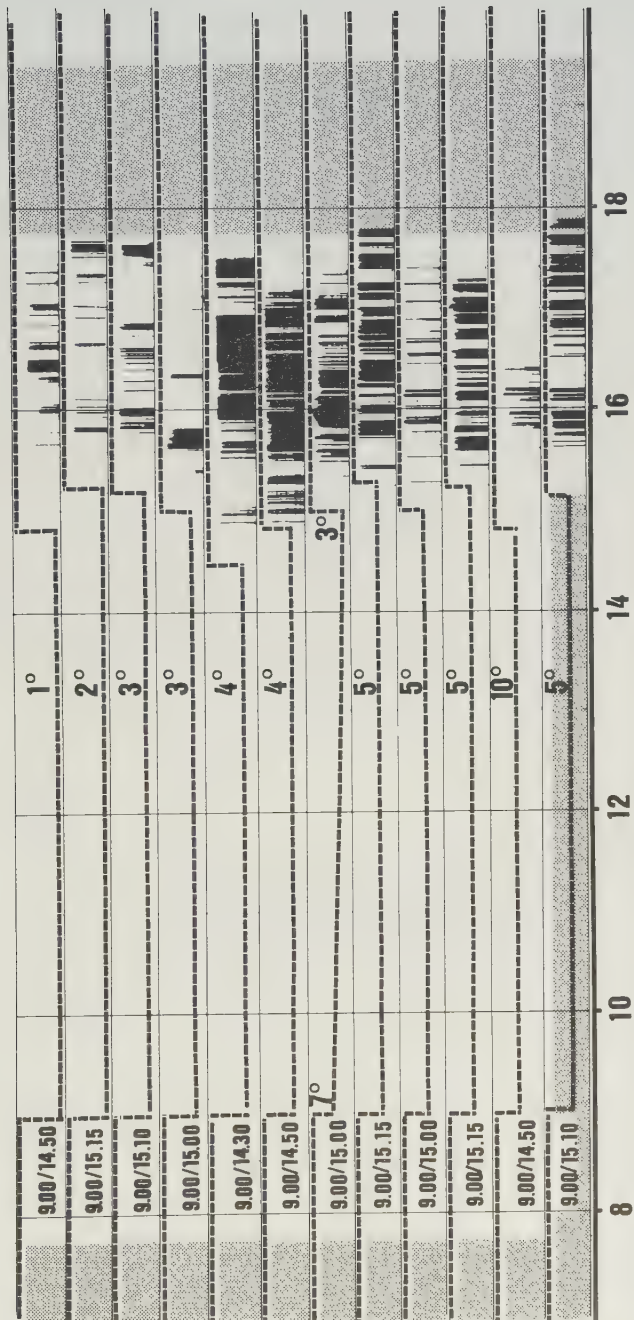


Fig. 39 - Diagramme synthétique des processus théoriques impliqués dans l'hypothèse de l'action d'une substance (+ ou -) : déroulement dans les deux essais de vérification expérimentale.

Les conditions de température sont schématisées par la courbe en tirets.

En haut : "matinée froide" ; en bas : "nuit froide".

SUBSTANCE	P R O C E S S U S	BLOCAGE PAR LE FROID	T A U X	A C T I V I T É
	DÉROULEMENT NORMAL :			théorique observée
+ LD	FORMATION , LIBERATION	DEGRADATION	>seuil	+
- t°	DEGRADATION	FORMATION LIBERATION	<seuil	+

LD							
t°							
SUBSTANCE		P R O C E S S U S	T A U X	A C T I V I T É			
		BLOQUE PAR LE FROID:		théorique	observée		
	+	F O R M A T I O N , L I B É R A T I O N	< seuil	0	+		
-	D E G R A D A T I O N		> seuil	0	+		

Fig. 40 - Fonction d'autocorrélation. Exemples de tracés obtenus à partir de diverses situations expérimentales :

1, biterrensis en L D ; 2, 3, biterrensis en D D ; 4, 5, ephippiger en D D ; 6, 7, 8, 9, insectes à yeux et ocelles détruits en D D ; 10, 11, 12, 13, 14, 15, insectes en L L depuis l'éclosion.

En abscisse : période ; en ordonnée : coefficient d'auto-corrélation.

(Voir texte : Partie I, 3.3 c.)

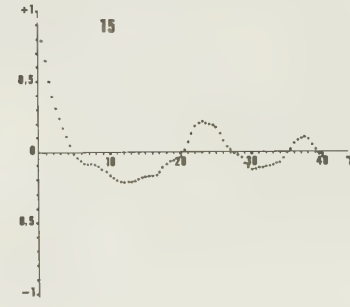
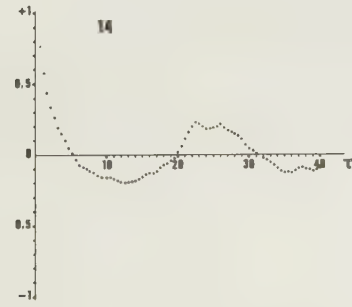
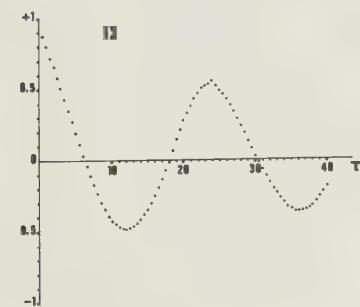
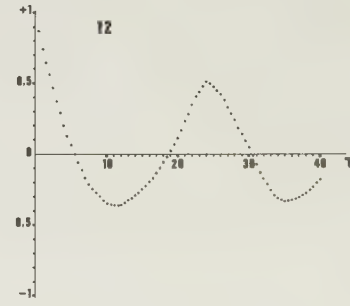
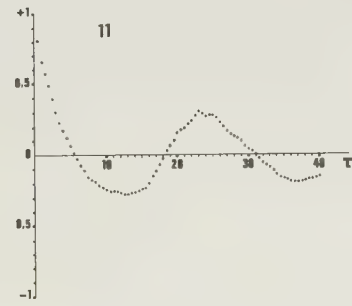
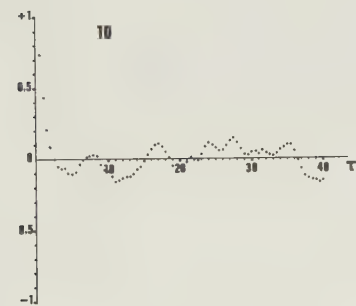
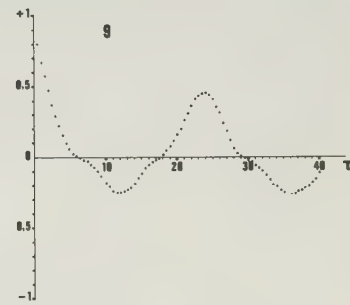
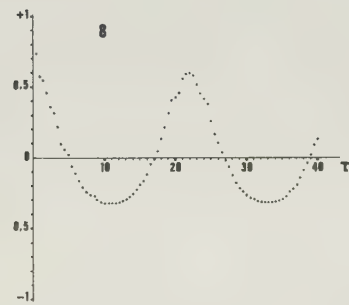
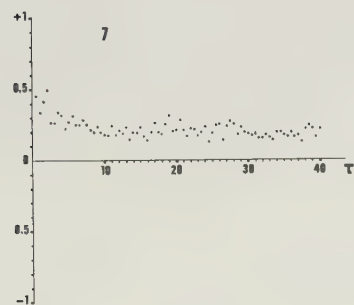
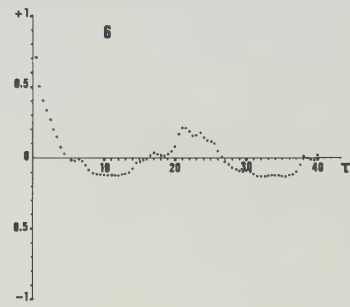
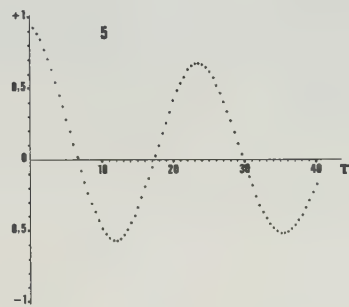
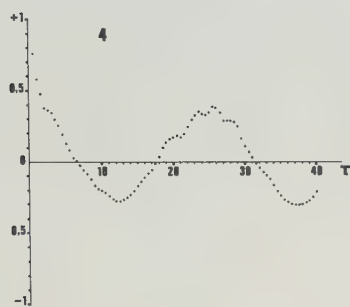
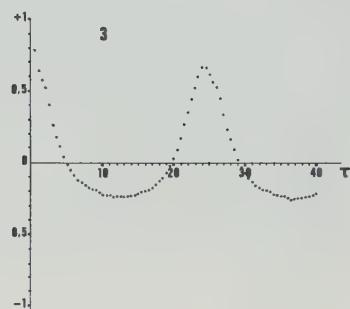
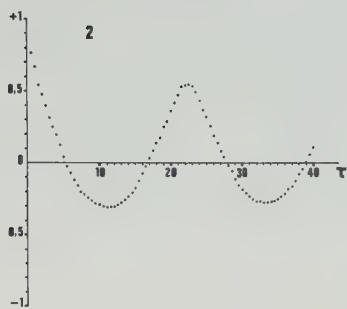
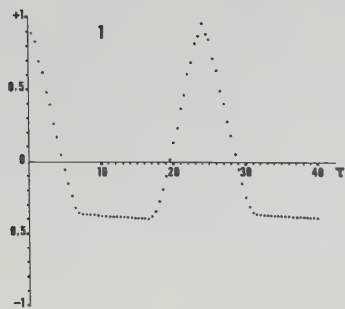


Fig. 41 - E. ephippiger : rythme d'activité stridulatoire après ablation des corpora cardiaca. L'opération a eu lieu au jour 4 (flèche).

En abscisse : temps de 0 h à 0 h; en ordonnée : activité par 30 mn.

Cycle L D_n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

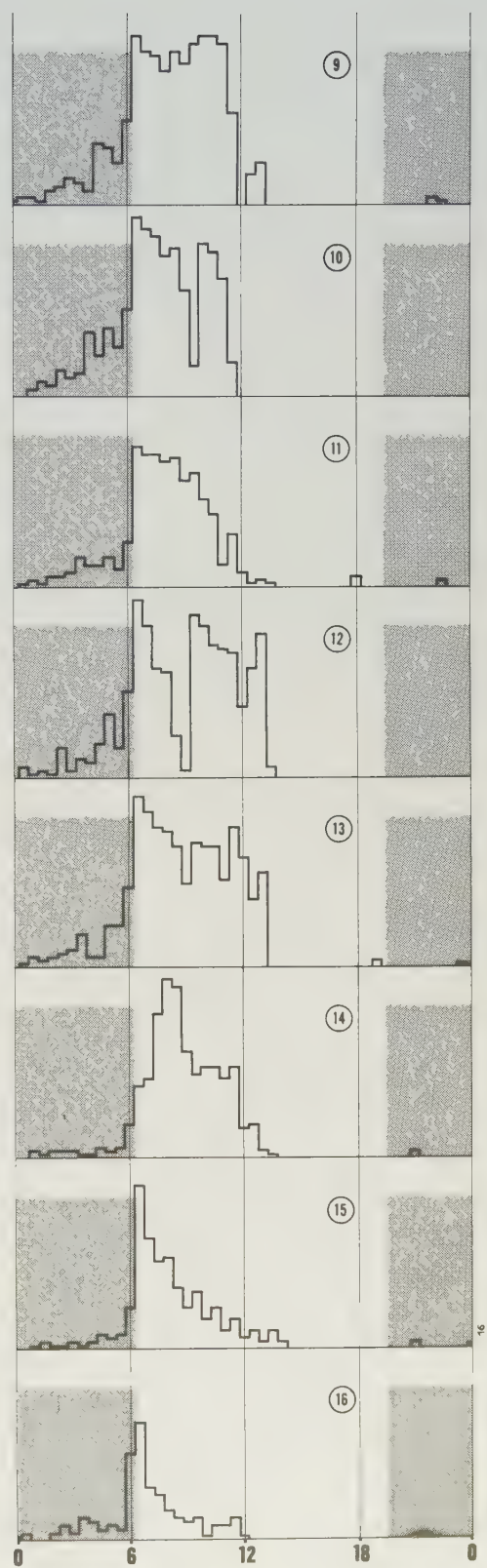
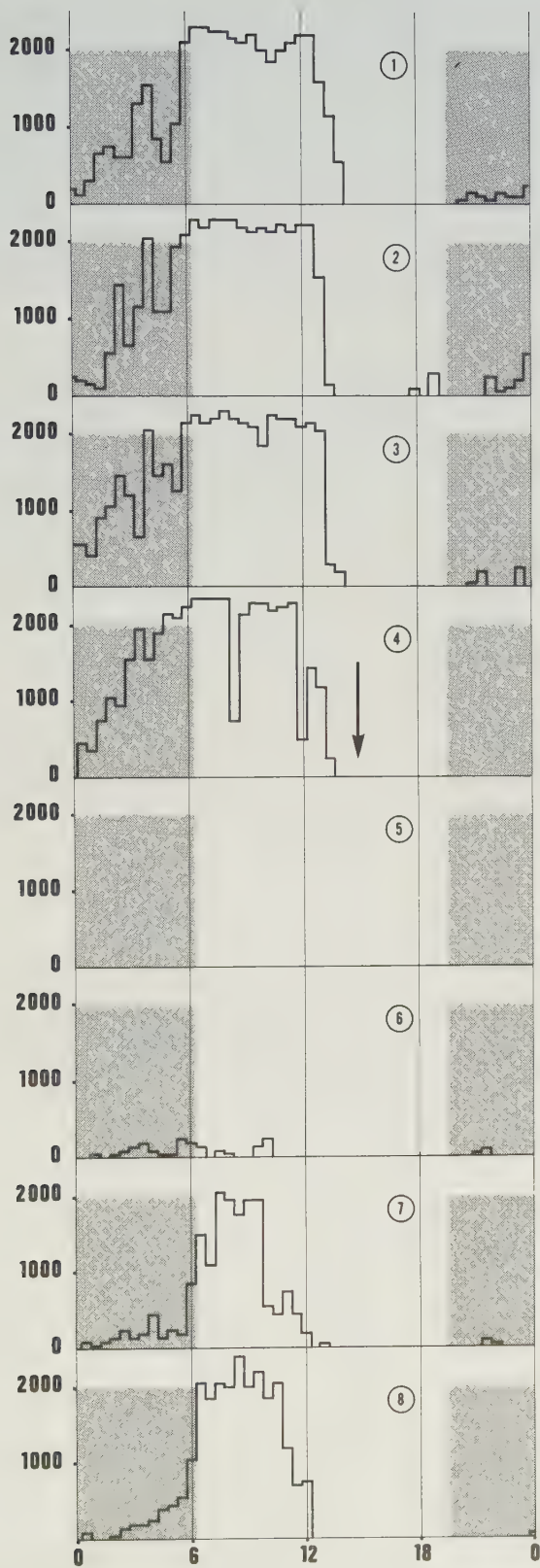


Fig. 42 - Structure de la pars intercerebralis chez Ephippiger et effets de l'électrocoagulation.

A et B, coupes frontales de la tête passant par la pars chez un sujet intact (A) et chez un individu opéré (B); C et D, coupes sagittales montrant l'effet de l'électrocoagulation au niveau de la pars (les grandes flèches signalent la région touchée par l'électrode) ; en C, il subsiste quelques cellules contenant encore des neurosécrétats (petites flèches, c); E, divers types de cellules composant la pars (exemples de cellules appartenant aux catégories I, II et III); F, coupe frontale d'un cerveau sur lequel a été pratiquée l'électrocoagulation de la pars (mêmes légendes que pour C).

c, cellules contenant encore des produits de neurosécrétion après destruction de la pars ; l, lobula (medulla interna) ; l o, lobe optique ; m, medulla (externa) ; p, pédoncules ; p i : pars intercerebralis ; t o, tractus optique.

Coloration : fuschine paralaldéhyde.

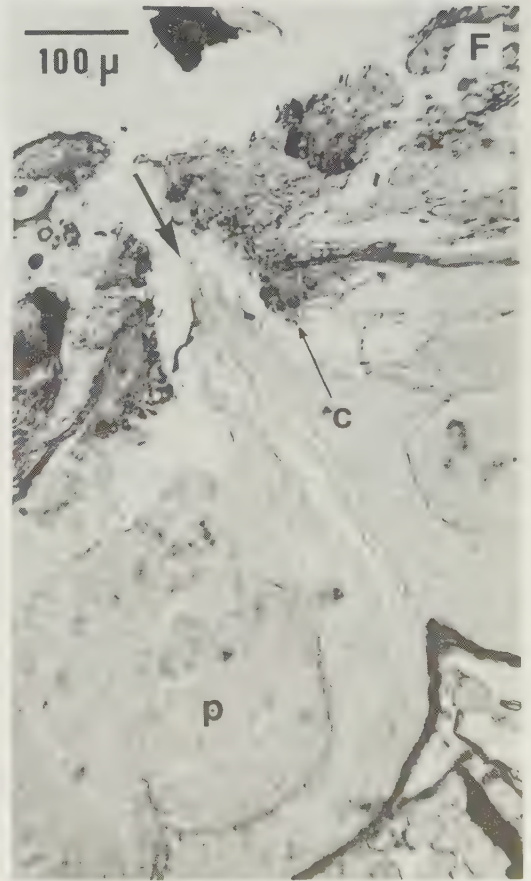
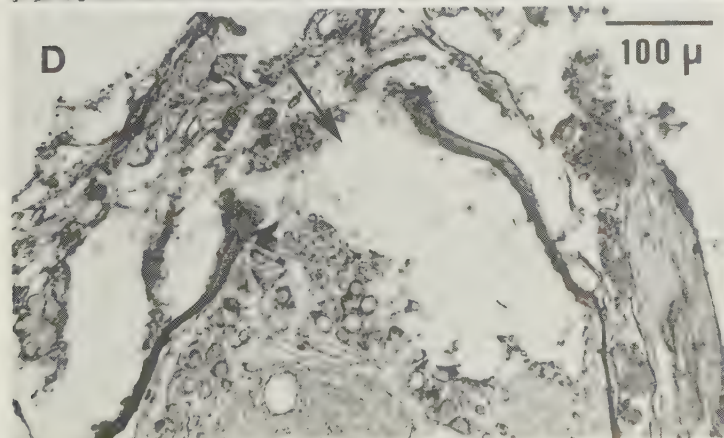
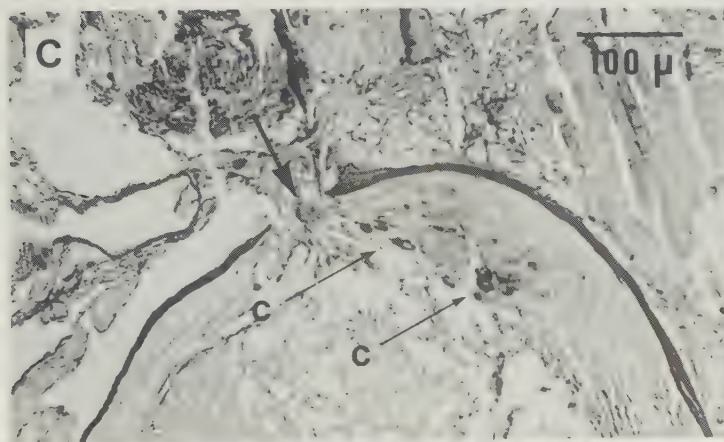
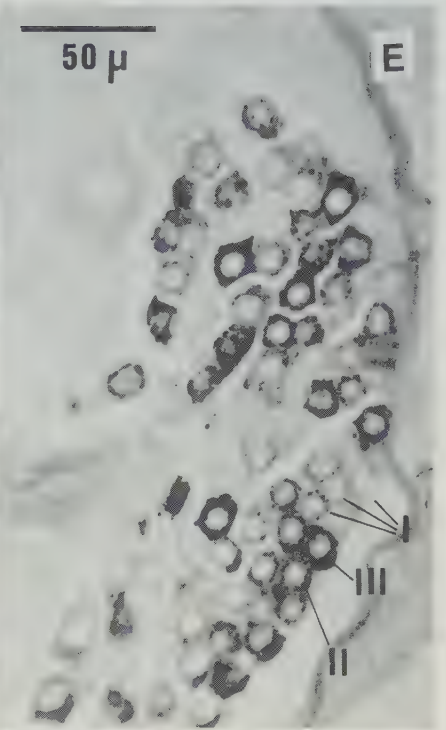
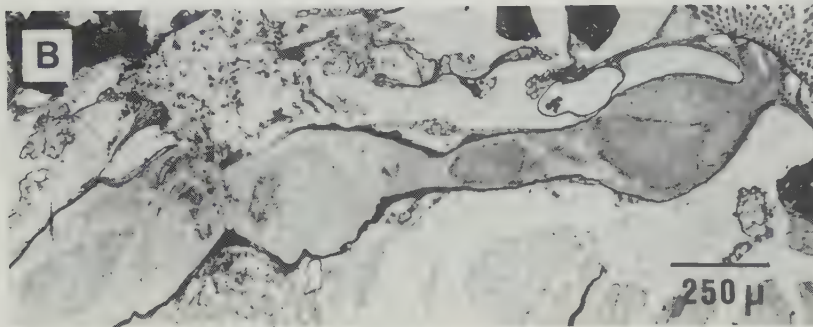
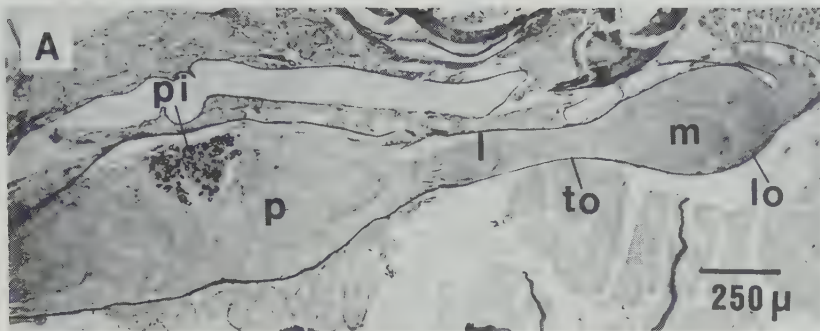


Fig. 43 - E. biterrensis : rythme d'activité stridulatoire après électro-coagulation de la pars intercerebralis. L'opération a eu lieu 7 jours avant le jour 1 ; à l'examen histologique, il n'y a plus trace de cellules contenant des neurosécrétions.

(Cet insecte est le n° 26 du tableau VII)

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : activité par 30 mn.

Cycle L D_n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

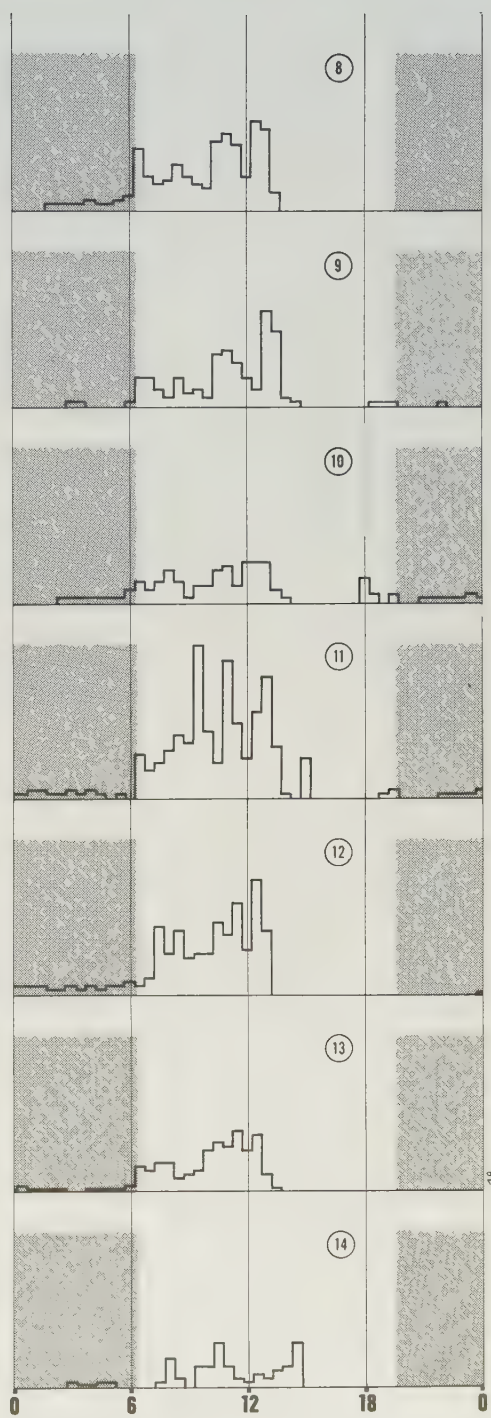
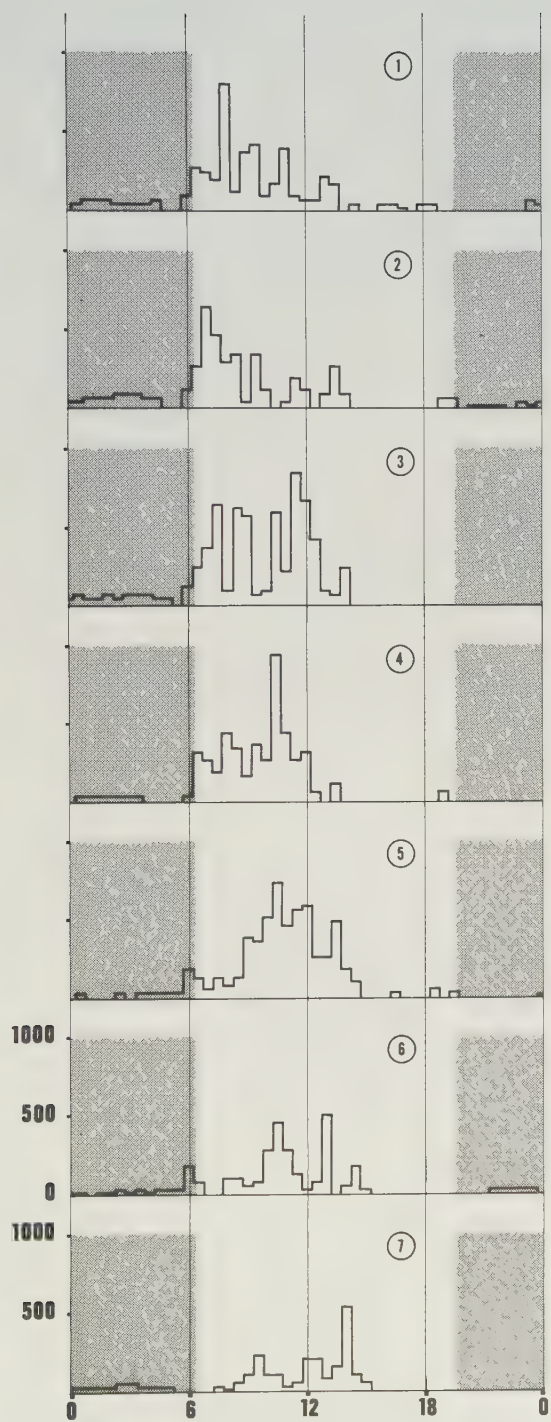


Fig. 44 - E. ephippiger : rythme d'activité stridulatoire après électrocoagulation de la pars intercerebralis. L'opération a eu lieu la veille du jour 1 ; à l'examen histologique, il ne subsiste que 2 % des cellules de catégories III.

(Cet insecte est le n° 10 du tableau VII.)

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : activité par 30 mn.

Cycle L D_n, L D_i, D D.

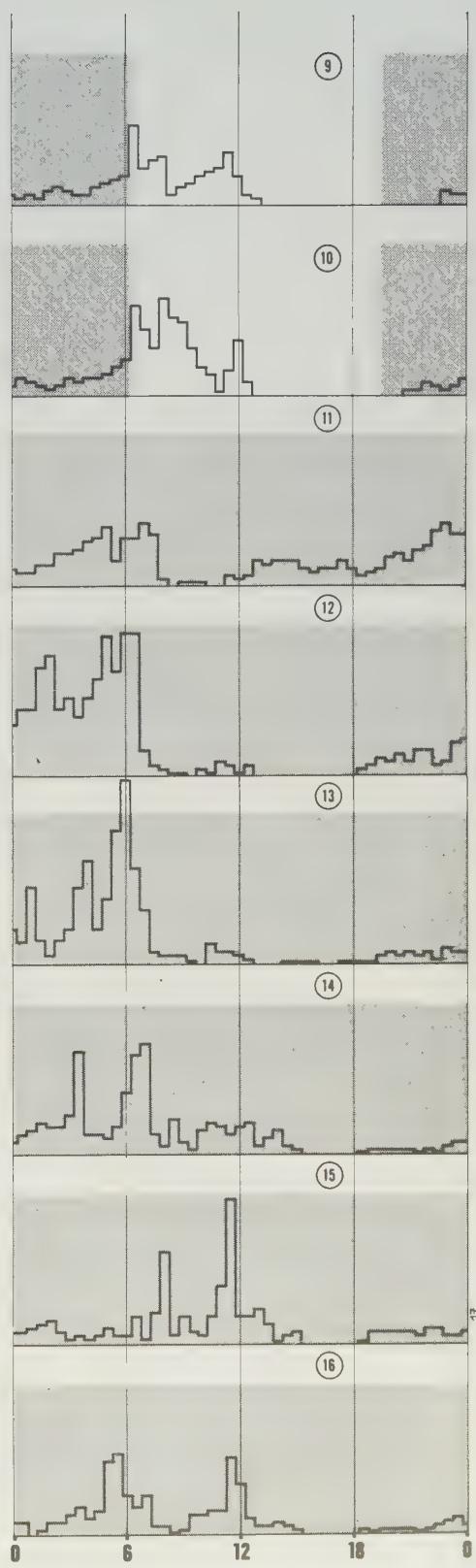
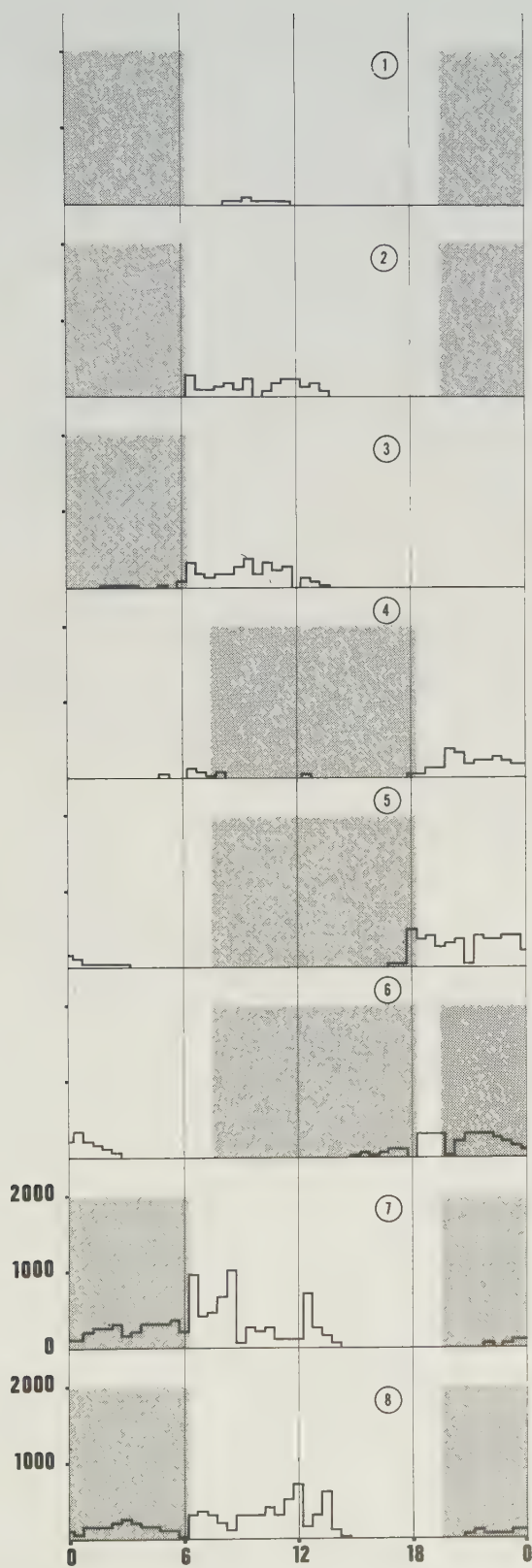


Fig. 45 - Différents niveaux de section de la chaîne nerveuse et effet sur la manifestation de la stridulation spontanée ou provoquée.

(Voir texte)

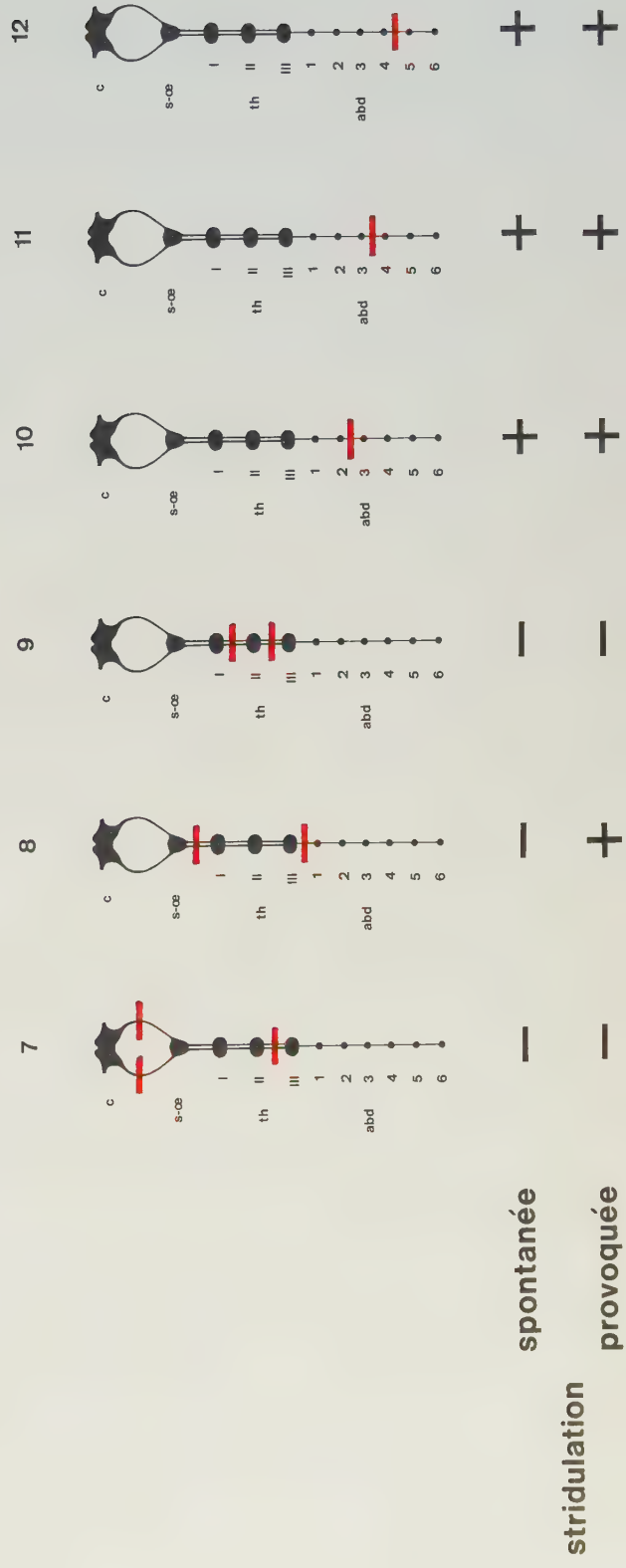
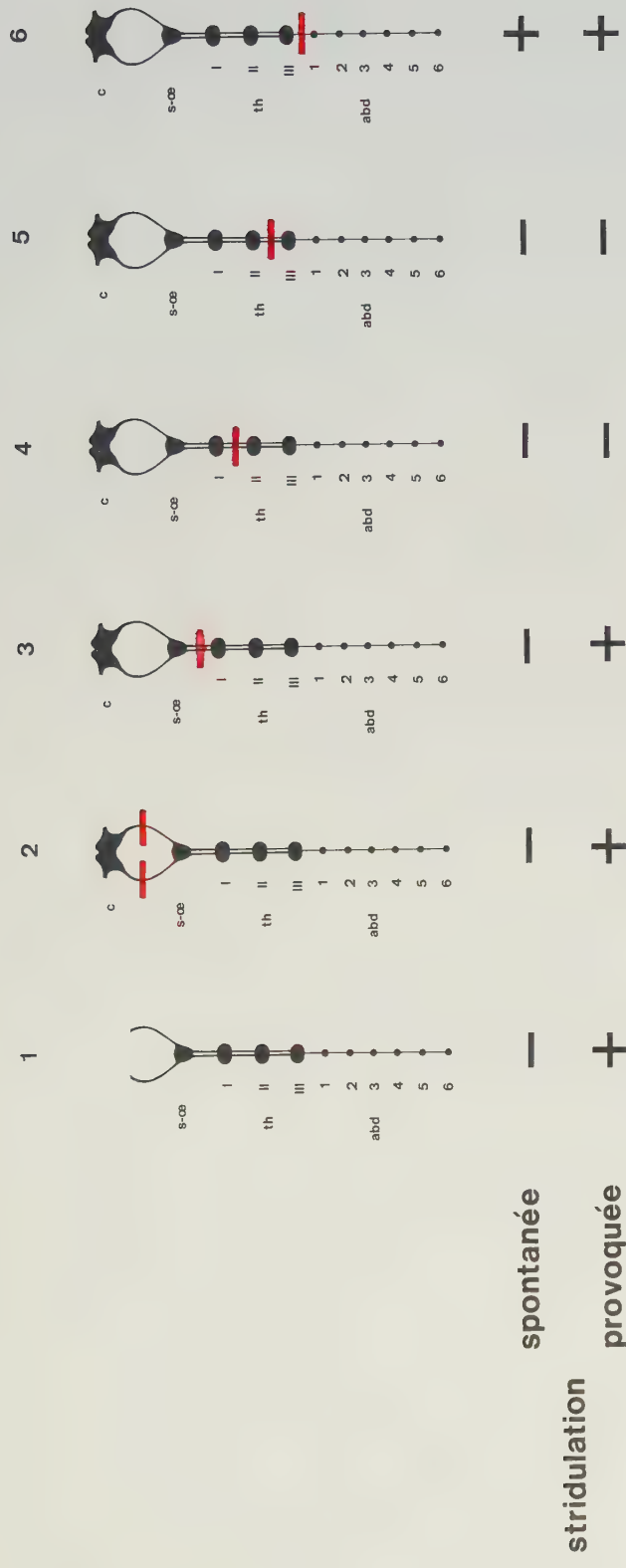


Fig. 46 - E. ehippiger : variation de l'activité neurosécrétrice de la pars intercerebralis dans la période de 24 h (6 valeurs résultant de 36 mesures).

A, intervalle de confiance ($P = .05$) calculé sur la moyenne de l'échantillon global de chaque lot ; B, intervalle de confiance ($P = .05$) après analyse de variance.

En abscisse : heure de prélèvement des lots ; en ordonnée : pourcentage de cellules de catégorie III (A) par rapport à l'effectif cellulaire total (N) de la pars.

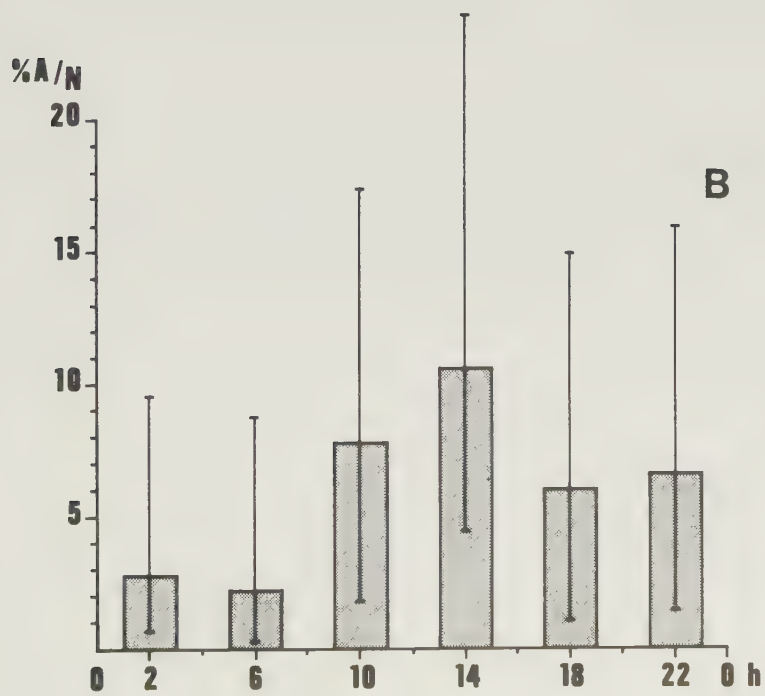
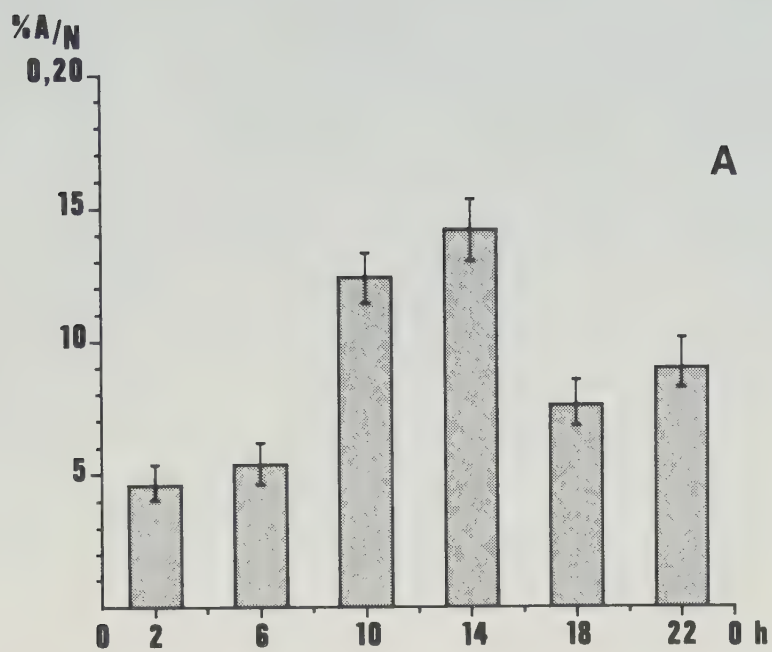


Fig. 47 - Structure de l'oeil et du lobe optique chez Ephippiger et effets de l'électrocoagulation (coupes frontales).

A et B, destruction faite avant la mue imaginale ; l'oeil a totalement disparu et le tégument ne montre plus aucune trace de différenciation optique ; en A, la destruction atteint le niveau des nerfs optiques (niveau 4 de la Fig.E) mais n'a pas lésé la structure du lobe ; en B, par contre, le lobe optique est profondément désorganisé ; C, destruction faite sur l'imgo ; les régions détruites forment un amas en surface et le lobe est éliminé jusqu'au niveau 6 ; D, structure de l'oeil et du lobe optique : le cône cristallin et les cellules pigmentaires entourant le rhabdome sont visibles, de même que la membrane basilaire ; dans le lobe optique, on reconnaît la lamina ganglionaris, le chiasma et la medulla (externa) ; E, schéma précisant l'emplacement des niveaux de destruction du lobe optique après électrocoagulation de l'oeil (ces niveaux sont ceux mentionnés dans le texte et dans les tableaux).

c, cornée ; c p, couche pigmentaire ; l g, lamina ganglionaris ; m, medulla externa ; m b, membrane basale ; n o, nerf optique ; o, om, ommatidies ; t o, tractus optique ; x, chiasma.

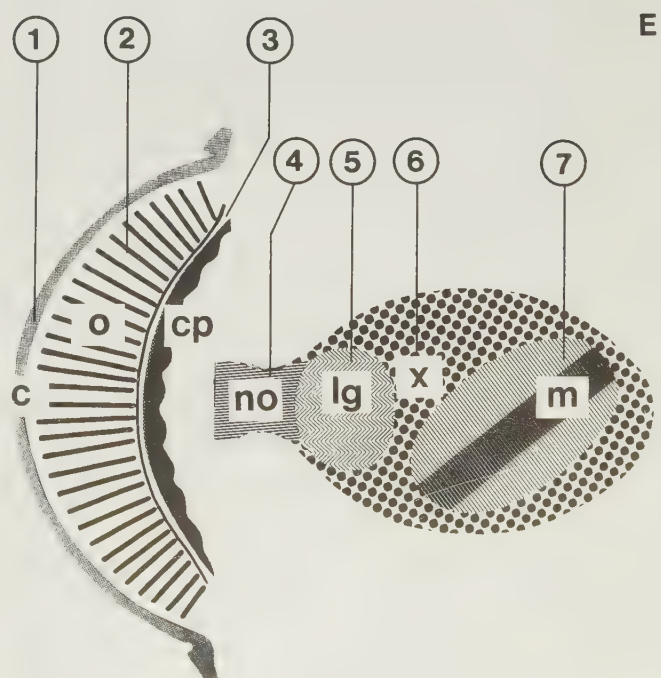
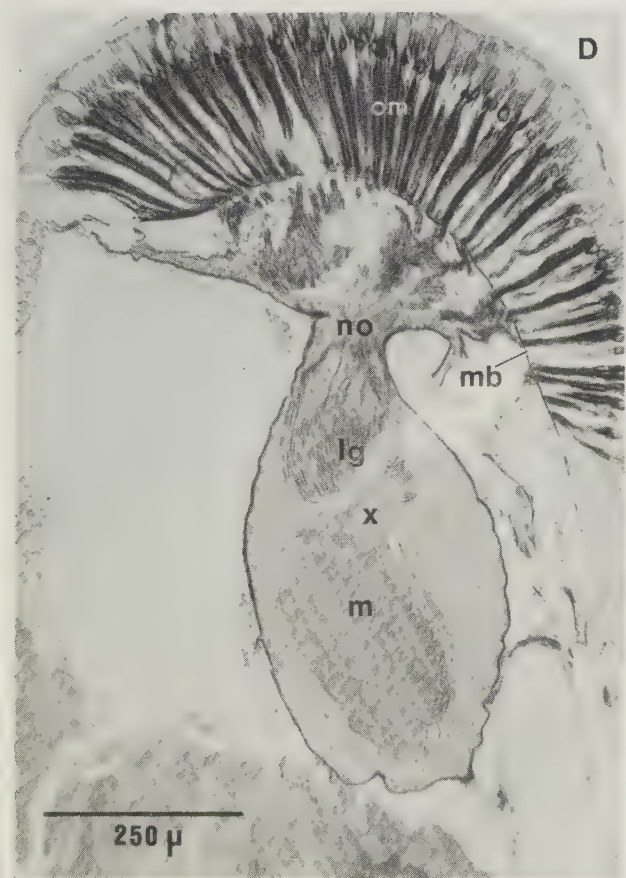
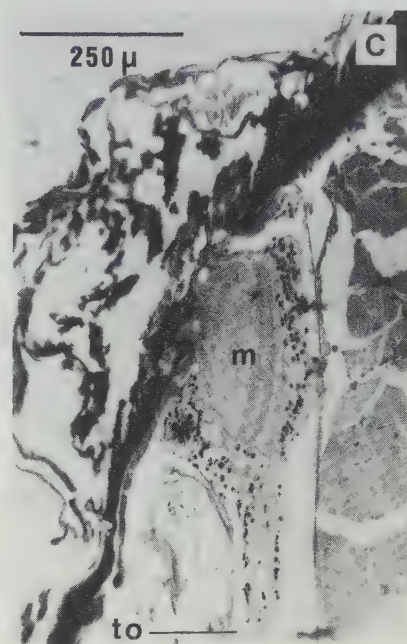
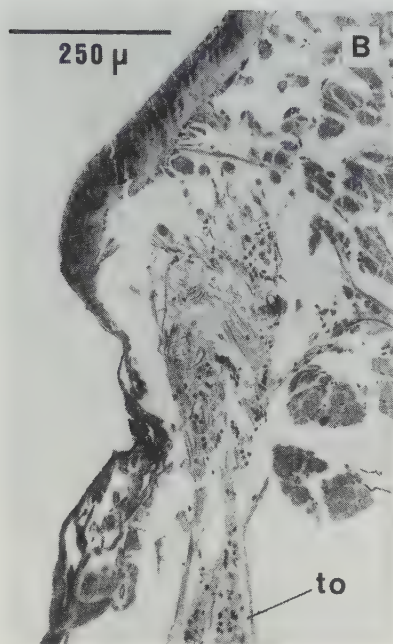
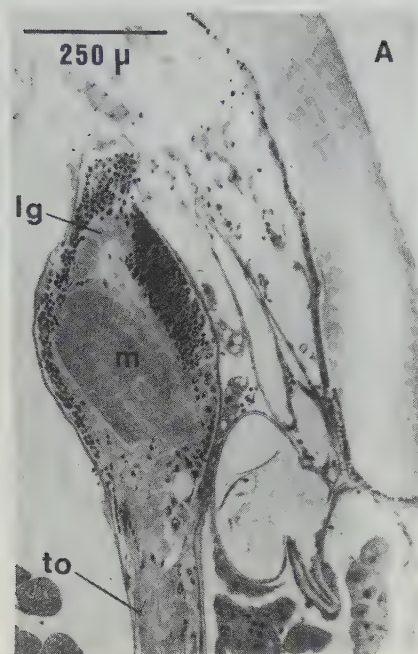


Fig. 48 - E. biterrensis ayant subi la destruction des trois ocelles avant la mue imaginale. Synchronisation sur L D_i.

Du jour 1 au jour 4 : L D_n ; jour 5 : inversion ; jours 6 à 8 : L D_i ; jour 9 : retour aux conditions normales ; jours 10 à 12 : L D_n.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle L D_n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle L D_i - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

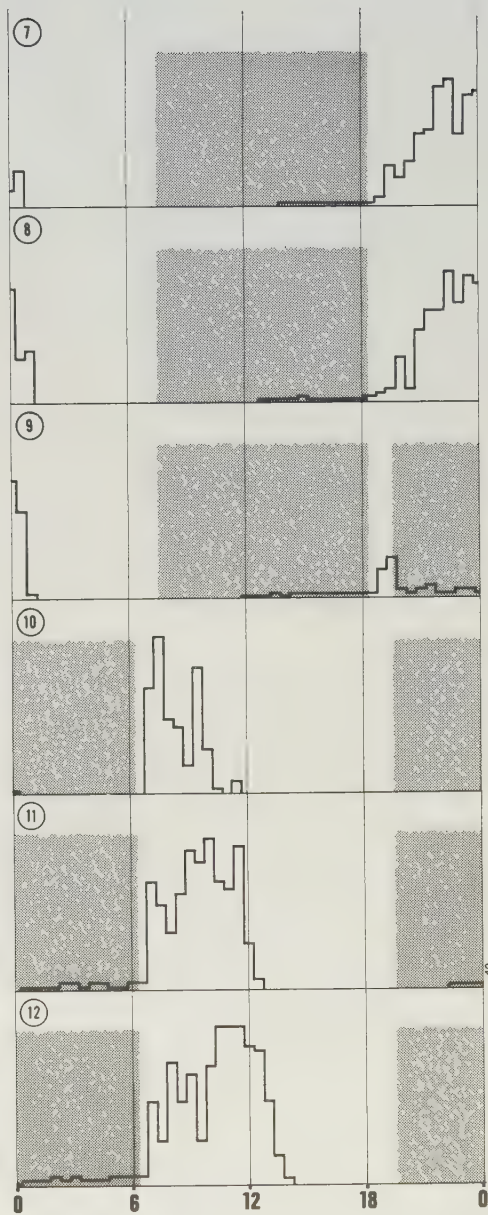
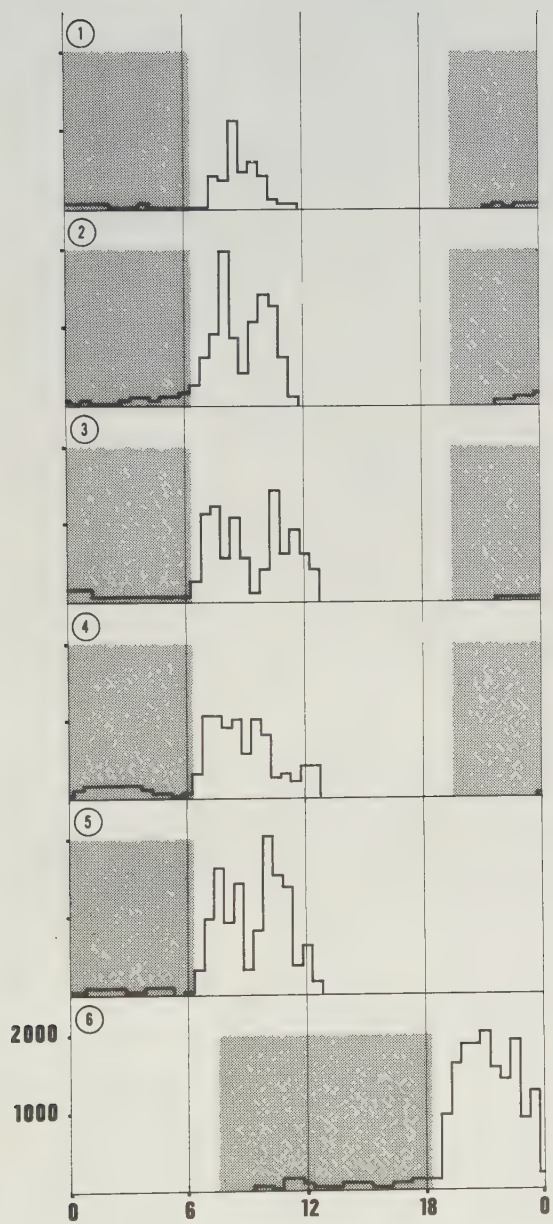


Fig. 49 - E. ephippiger ayant subi la destruction des yeux avant la mue imaginale. Synchronisation sur $L D_i$.

Du jour 1 au jour 3 : $L D_n$; jour 4 : inversion ; jours 5 à 8 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

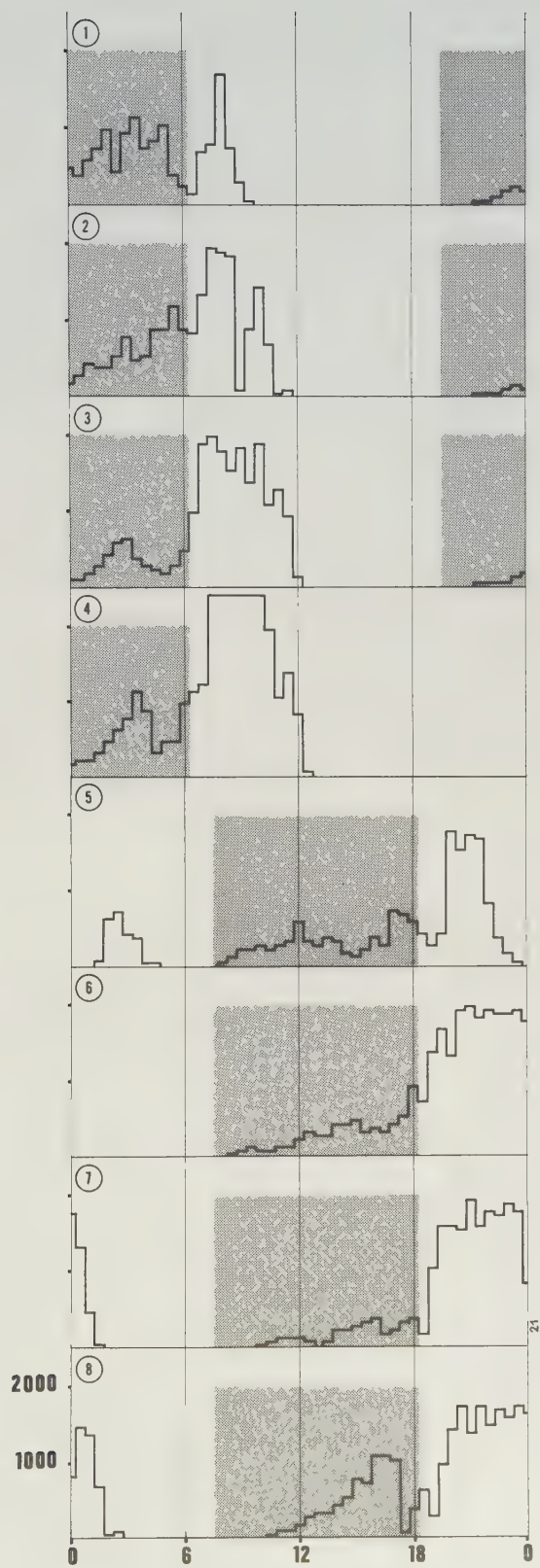


Fig. 50 - E. ephippiger : yeux détruits chez l'imago. Synchronisation sur $L D_i$.

La destruction a eu lieu le jour 3 (flèche). Du jour 4 au jour 8 : $L D_n$; jour 9 : inversion ; jours 10 à 12 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

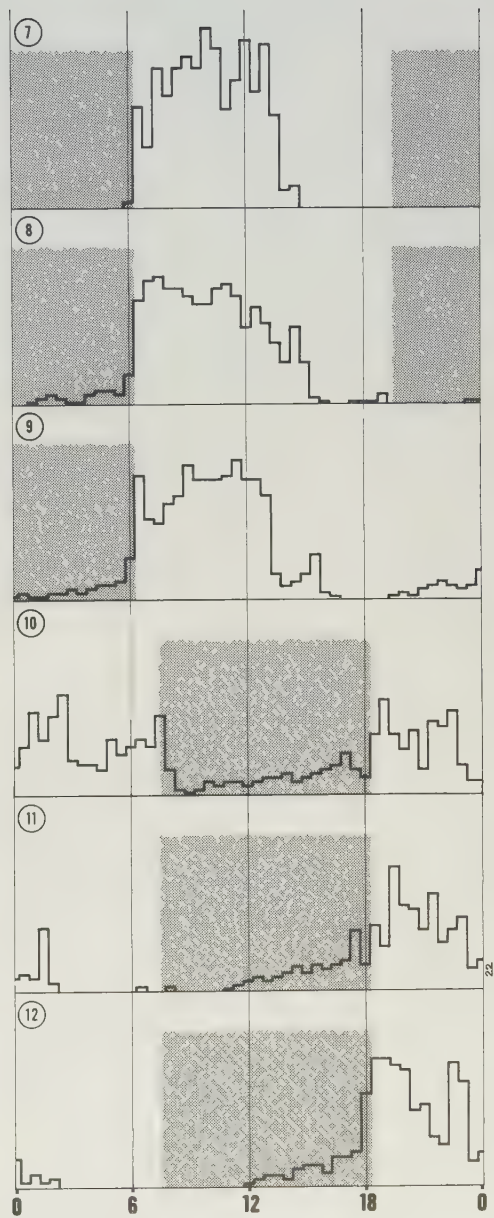
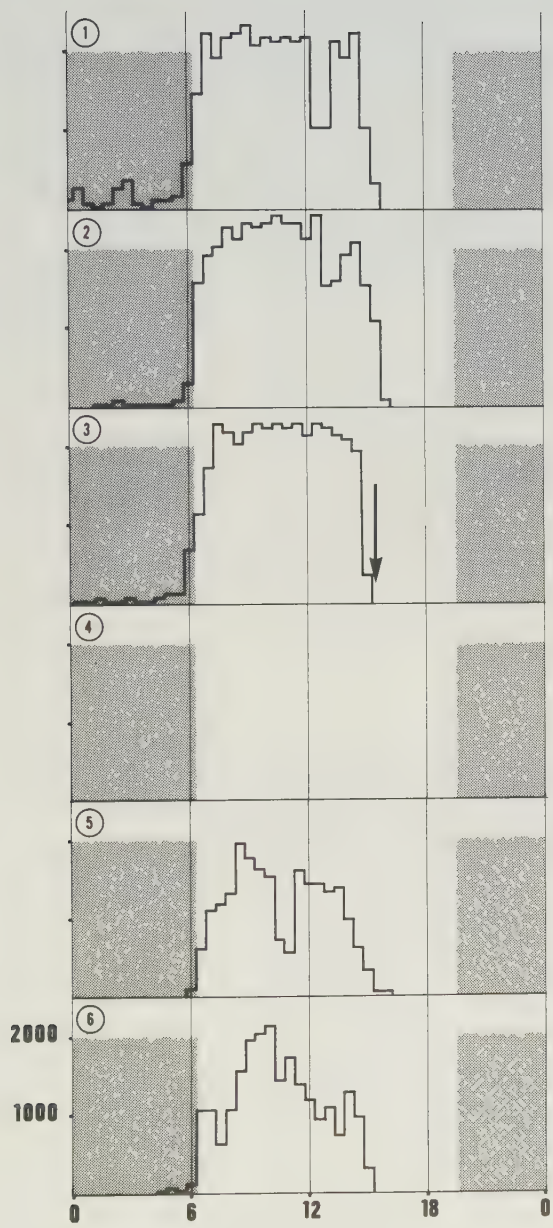


Fig. 51 - E. biterrensis.

A, insecte normal ; B, individu ayant subi la destruction des yeux et des ocelles avant la mue imaginale. Sur la photo A, on remarque, entre les deux antennes, un relief en forme de Y (fastigium verticis). Les ocelles latéraux sont situés sur le côté des branches de l'Y; l'ocelle central est placé à sa base. Chez l'insecte B toute trace de différenciation oculaire a disparu.

A



B

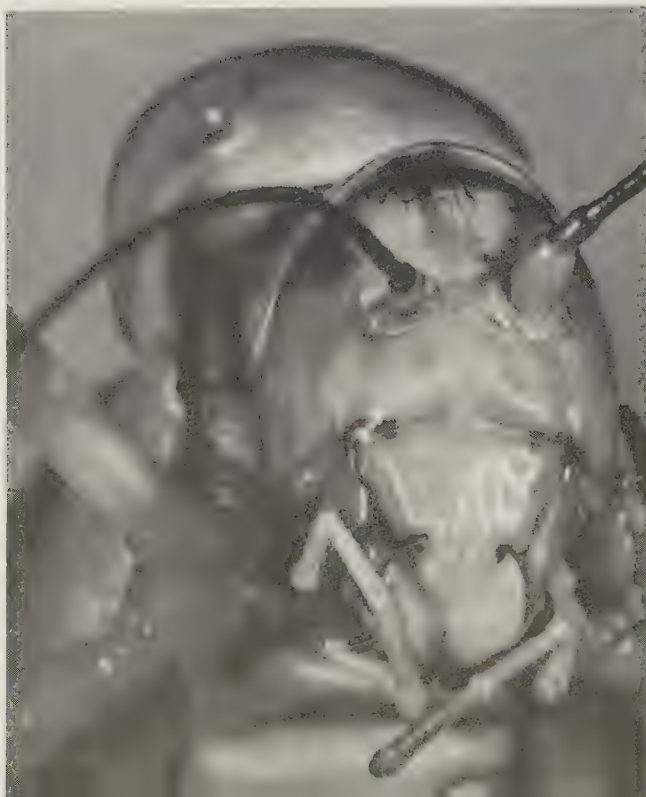


Fig. 52 - E. ephippiger : yeux et ocelles détruits chez l'imag. Synchronisation sur $L D_i$.

La destruction a eu lieu le jour 3 (flèche) ; du jour 4 au jour 7 : $L D_n$; jour 8 : inversion ; jours 9 à 18 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

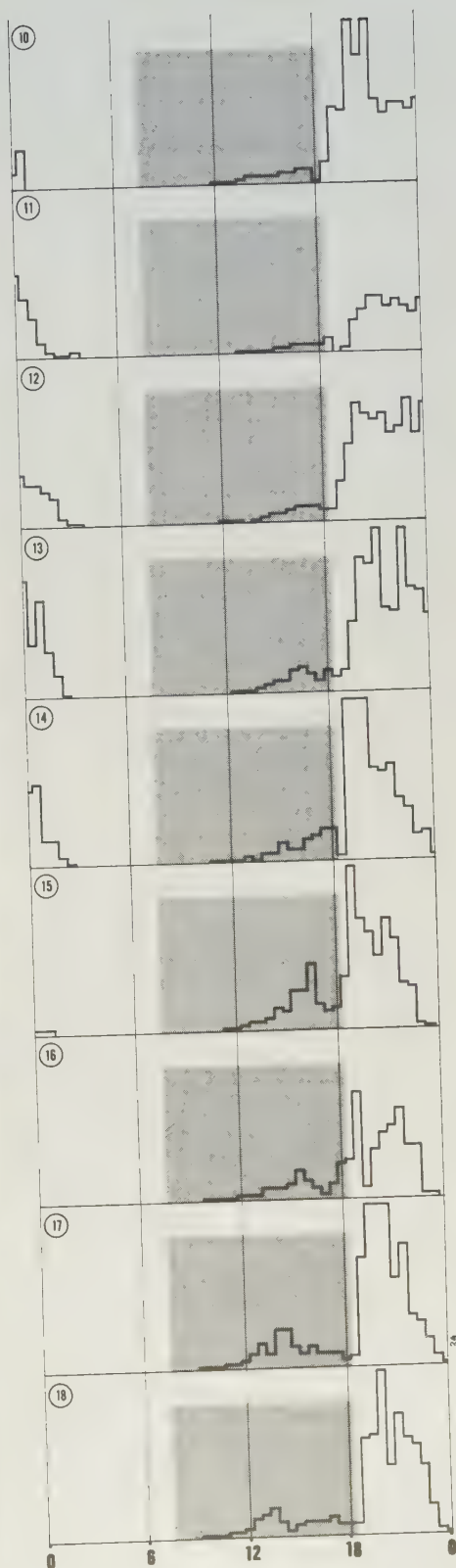
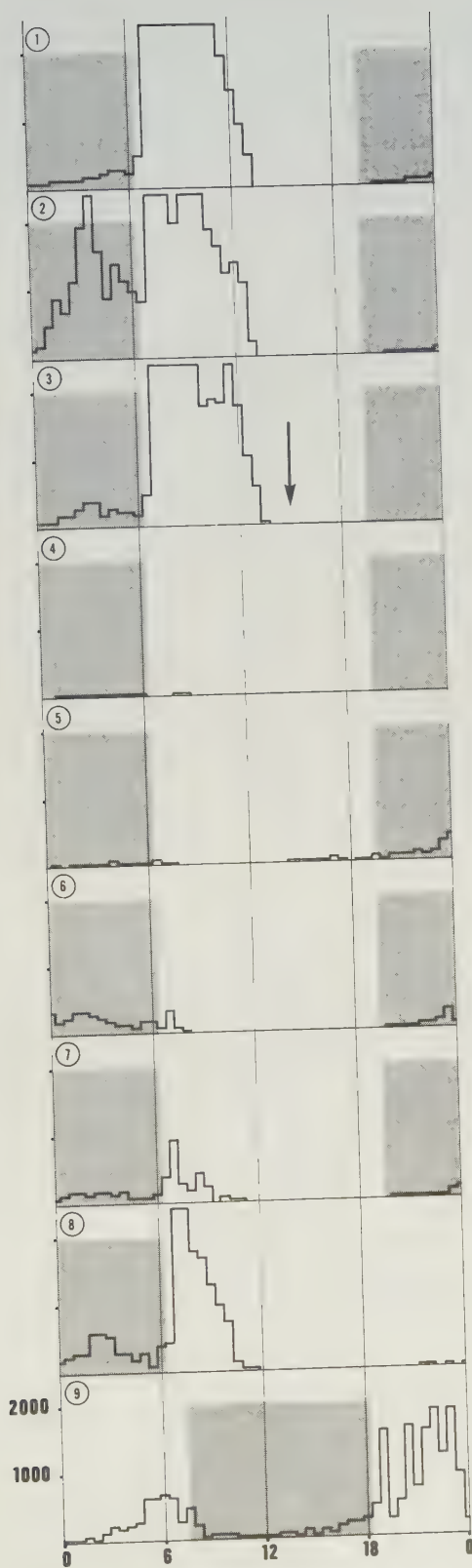


Fig. 53 - E. biterrensis : yeux et ocelles détruits avant la mue imagi-
nale. Rythme d'activité en obscurité permanente.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de
stridulations par 30 mn.

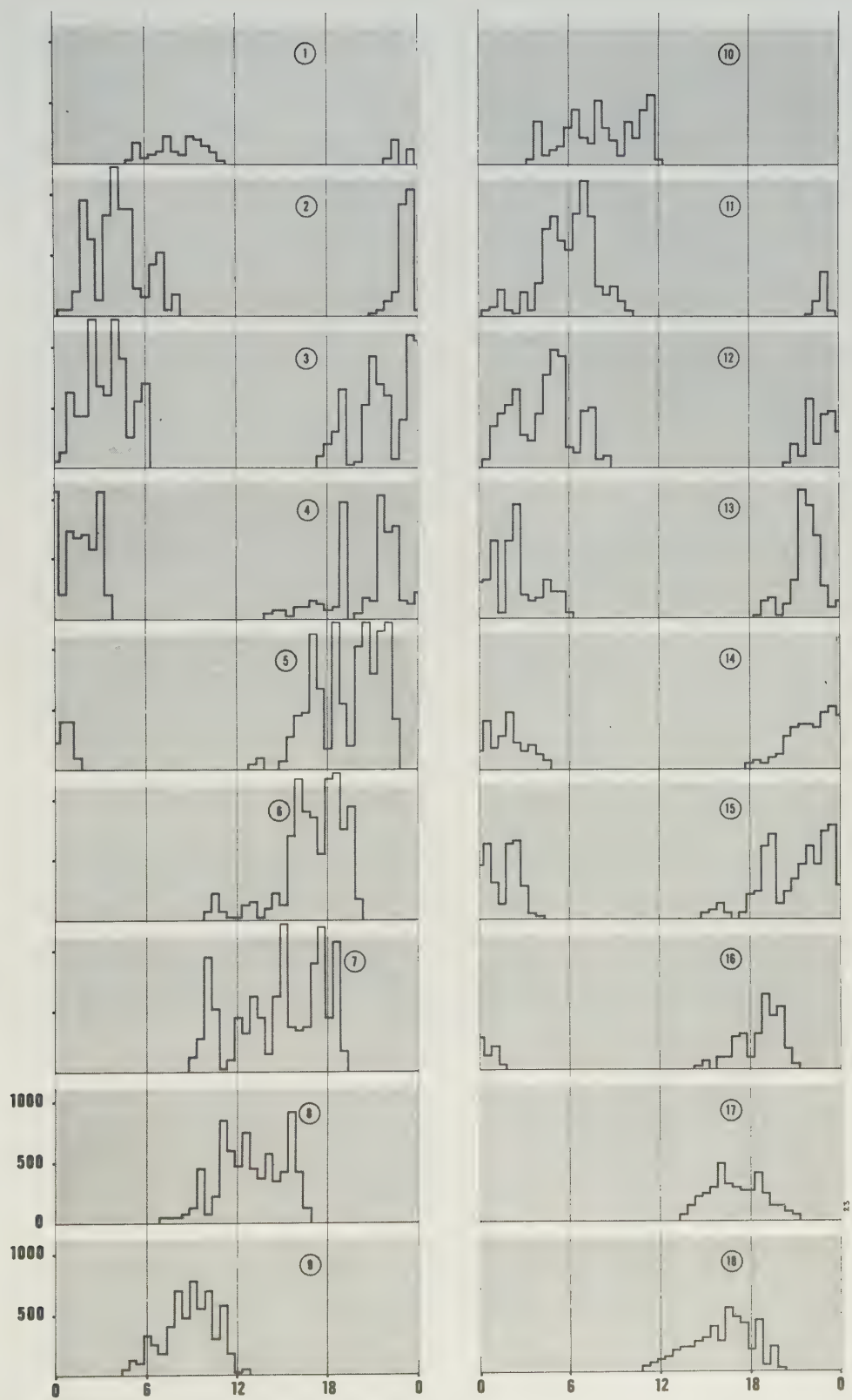


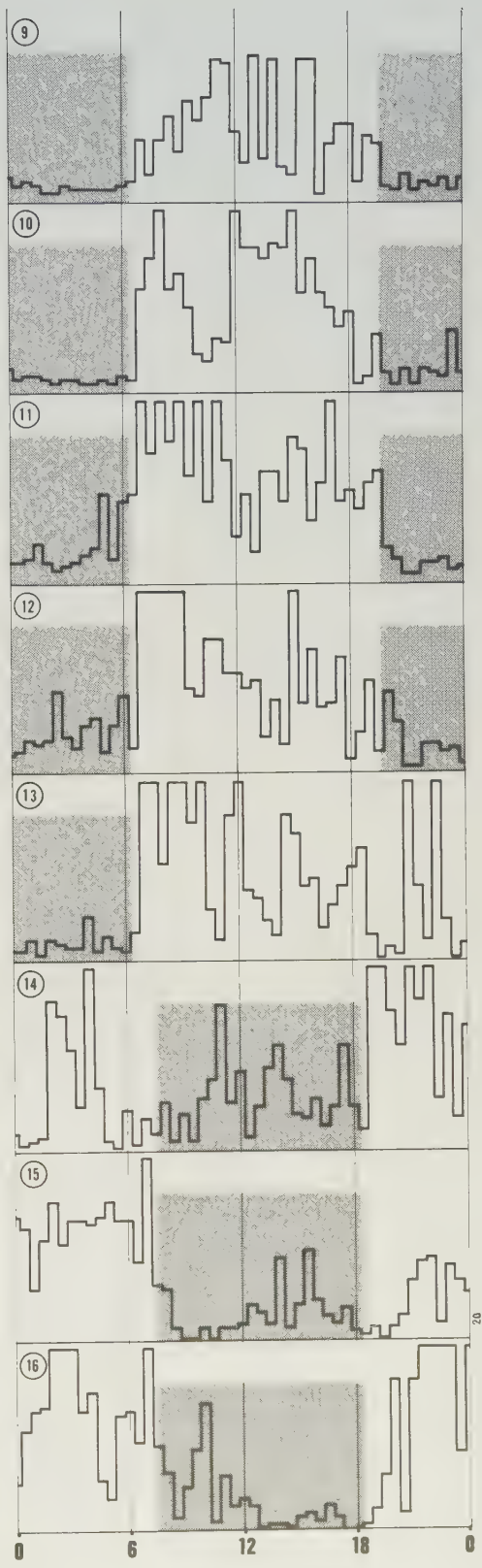
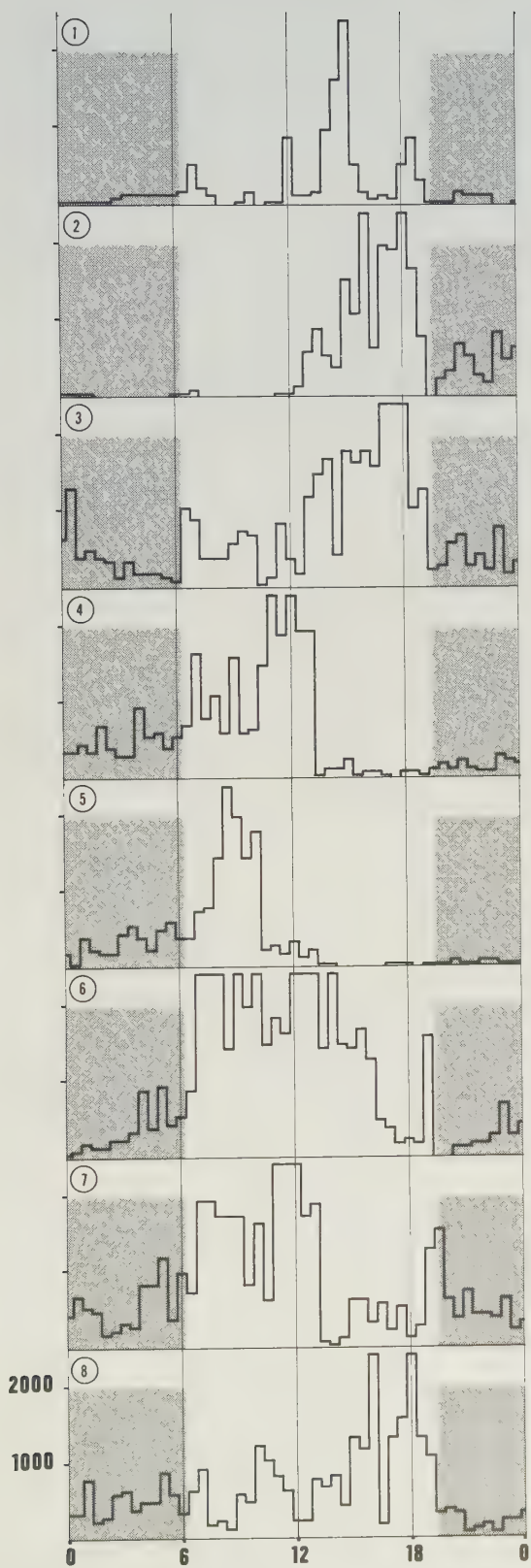
Fig. 54 - E. biterrensis : excision bilatérale du lobe optique.
Maintien du rythme en $L D_n$ et synchronisation sur $L D_i$.

Du jour 1 au jour 12 : $L D_n$; jour 13 : inversion ; jours
14 à 16 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de
stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.



E. ephippiger : section bilatérale du tractus optique. Maintien du rythme en $L D_n$ et synchronisation sur $L D_i$.

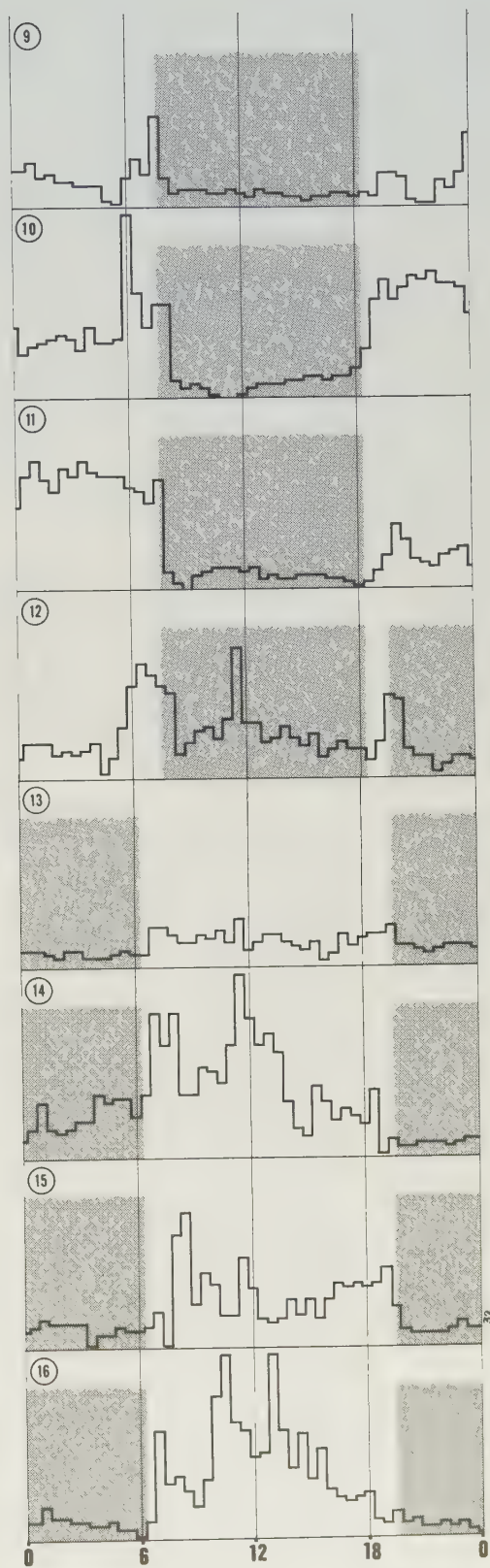
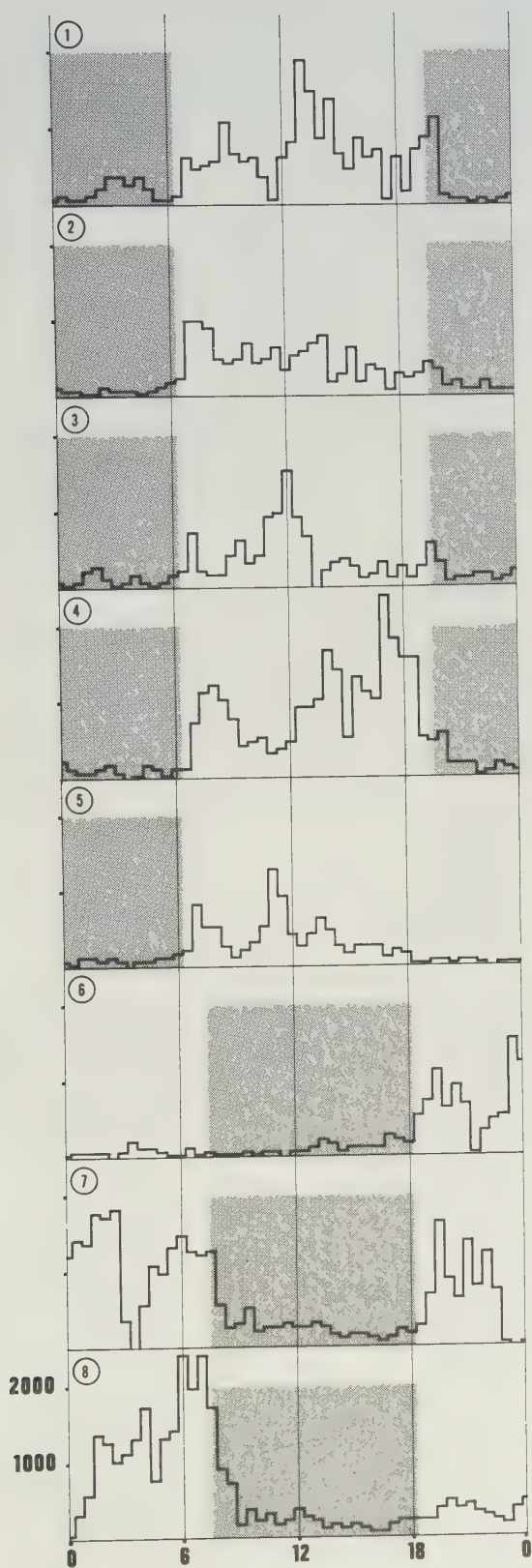
Fig. 55 - Du jour 1 au jour 4 : $L D_n$; jour 5 : inversion ; jours 6 à 11 : $L D_i$; jour 12 : retour à $L D_n$; jours 13 à 16 : $L D_n$.

Fig. 56 - L'opération a eu lieu le jour 4 (flèche) ; jusqu'au jour 7, l'insecte reste en $L D_n$; jour 8 : inversion ; jours 9 à 16 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.



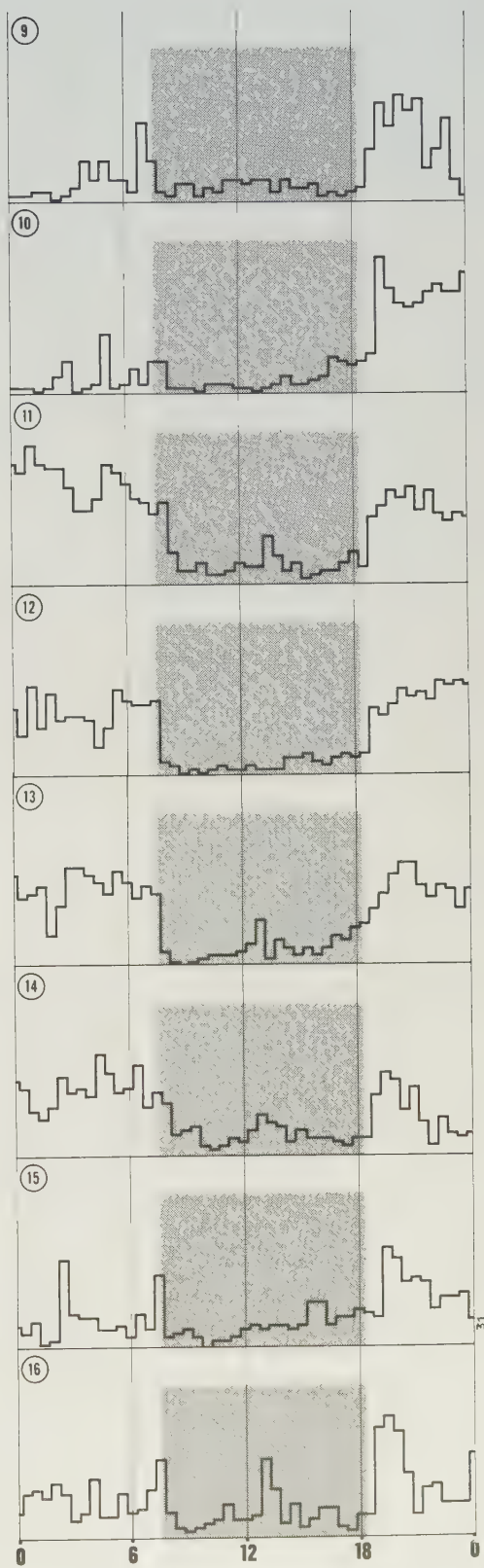
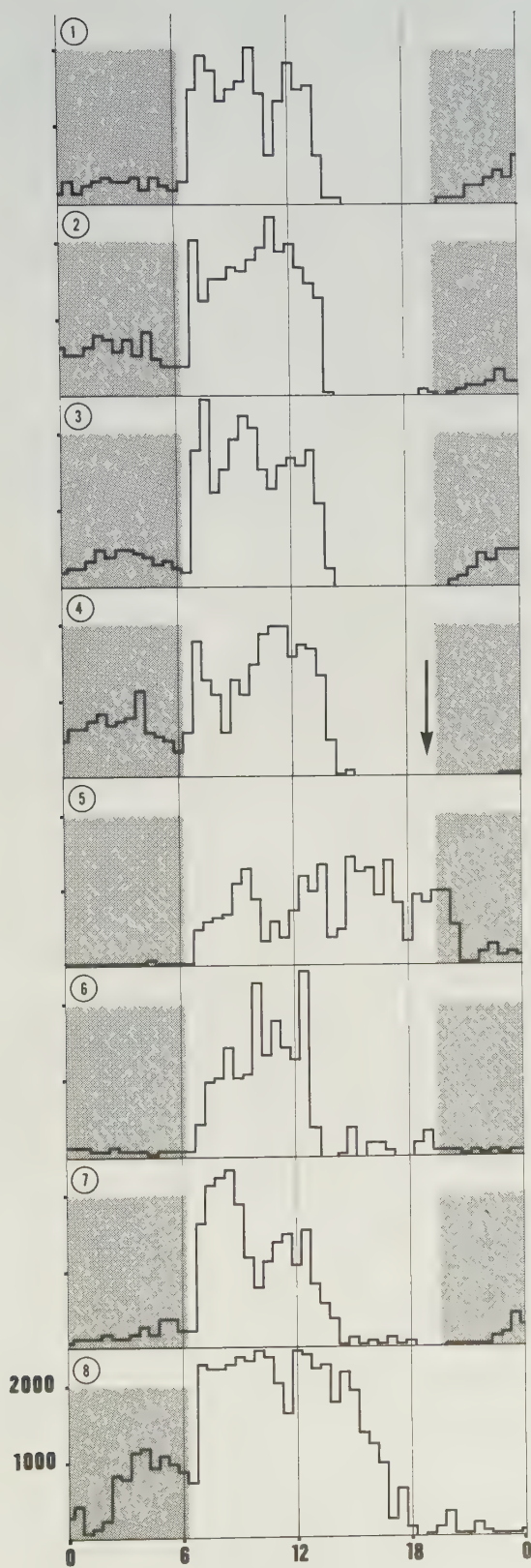


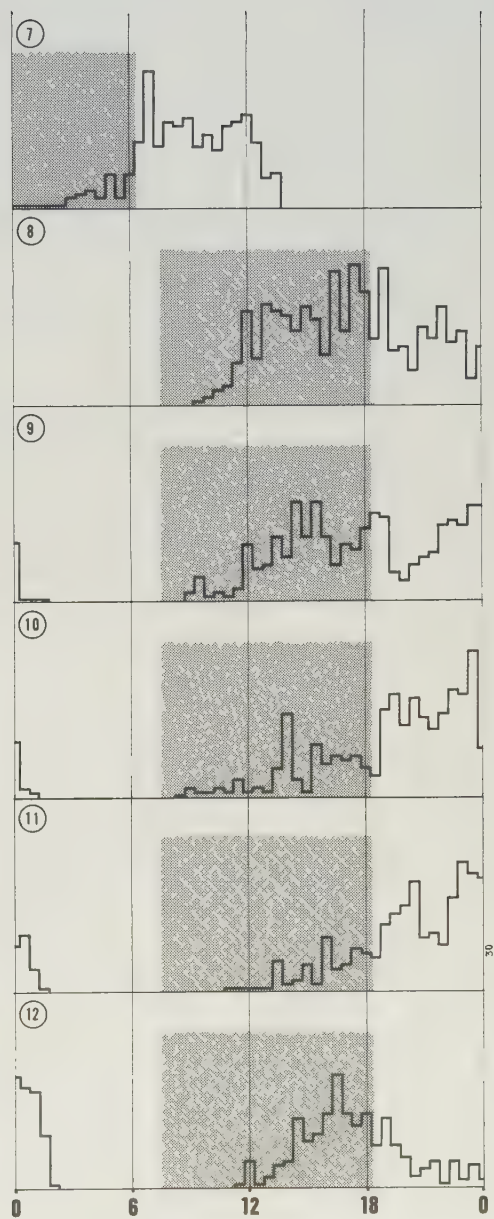
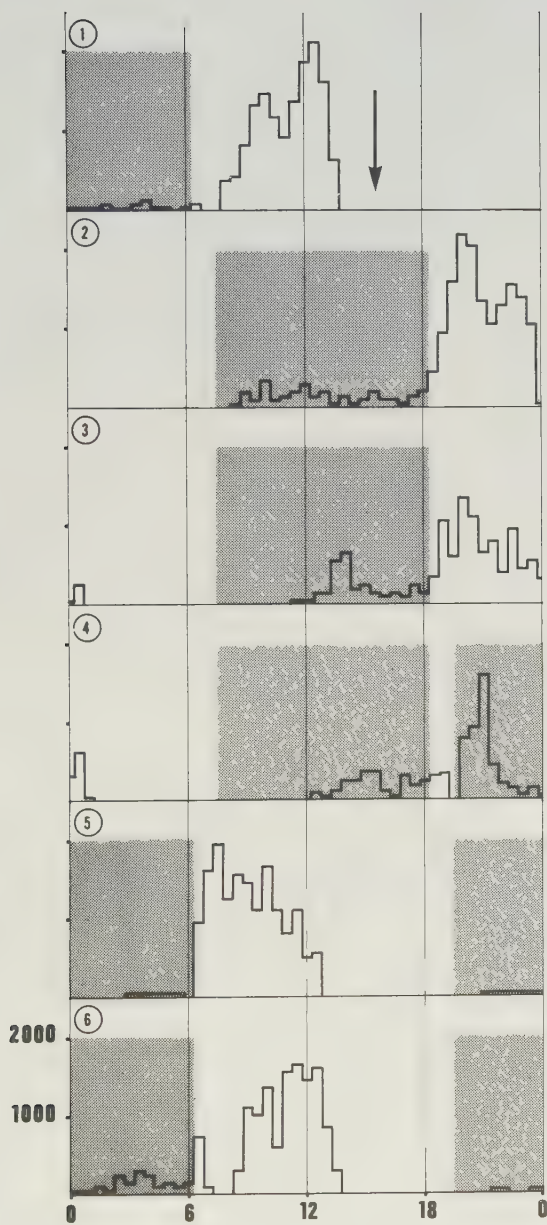
Fig. 57 - E. ephippiger : noircissement de la tête. Maintien du rythme en $L D_n$ et synchronisation sur $L D_i$.

Jour 1 : noircissement de la tête, les yeux étant laissés libres, jusqu'à la suture épistomienne (= pièces buccales non recouvertes) et inversion du cycle ; jours 2 et 3 : $L D_i$; jour 4 : retour à $L D_n$, jours 5 et 6 : $L D_n$; jour 7 : inversion + nouveau dépôt de peinture recouvrant cette fois-ci les yeux ; jours 8 à 12 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.



E. biterrensis : éclairé alterné : tête/thorax-abdomen (insectes normaux).

Dans les cartouches, on a placé un cerclé partagé en deux secteurs (blanc et hachuré) sur la partie du corps soumise au cycle L D . La partie laissée à l'obscurité continue est recouverte d'un rectangle sombre. Les petites flèches indiquent les heures de distribution de nourriture.

Fig. 58 - Jours 1 et 2 : L D _n (tête) ; jour 3 : inversion (thorax-abdomen) ; jours 4 à 9 : L D _i (4 et 5 sur thorax-abdomen, 6 à 9 sur tête).

Fig. 59 - Du jour 1 au jour 3 : L D _i (tête) ; jour 4 : retour à L D _n* (tête) ; jours 5 à 7 : L D _n (tête) ; jour 8 : inversion (thorax-abdomen) ; jours 9 et 10 : L D _i (thorax-abdomen) ; jours 11 à 14 : L D _i (tête).

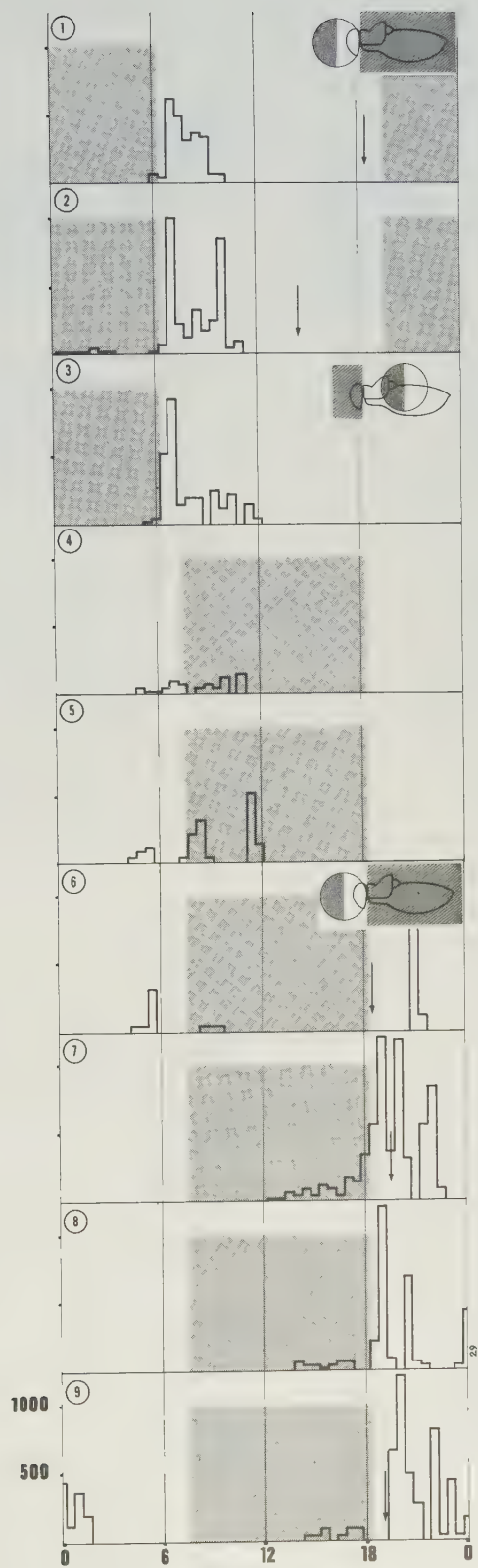
En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

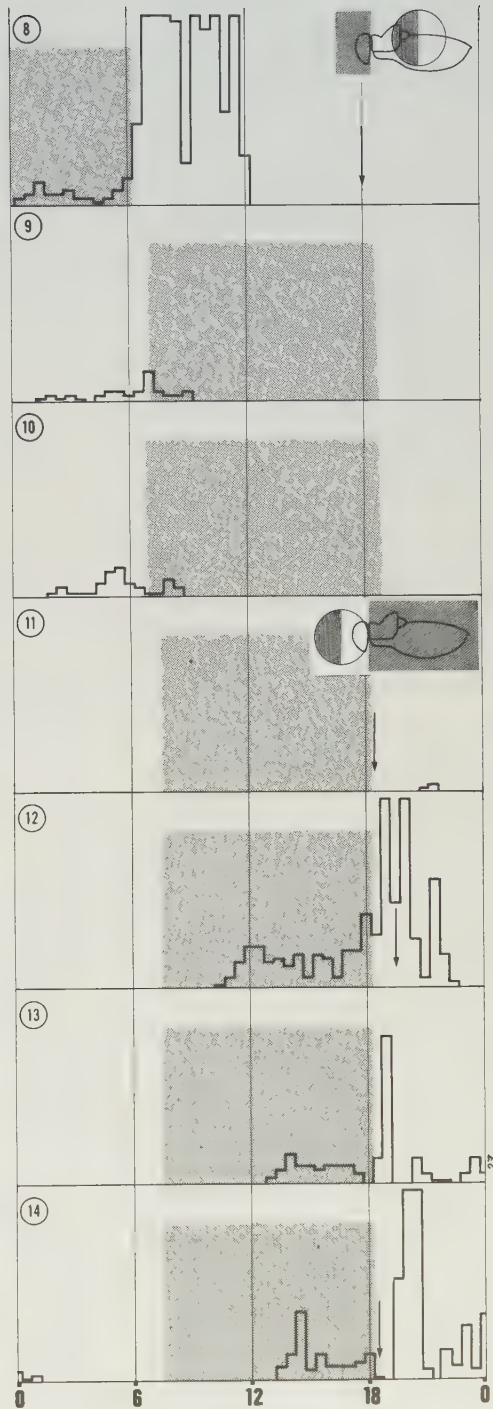
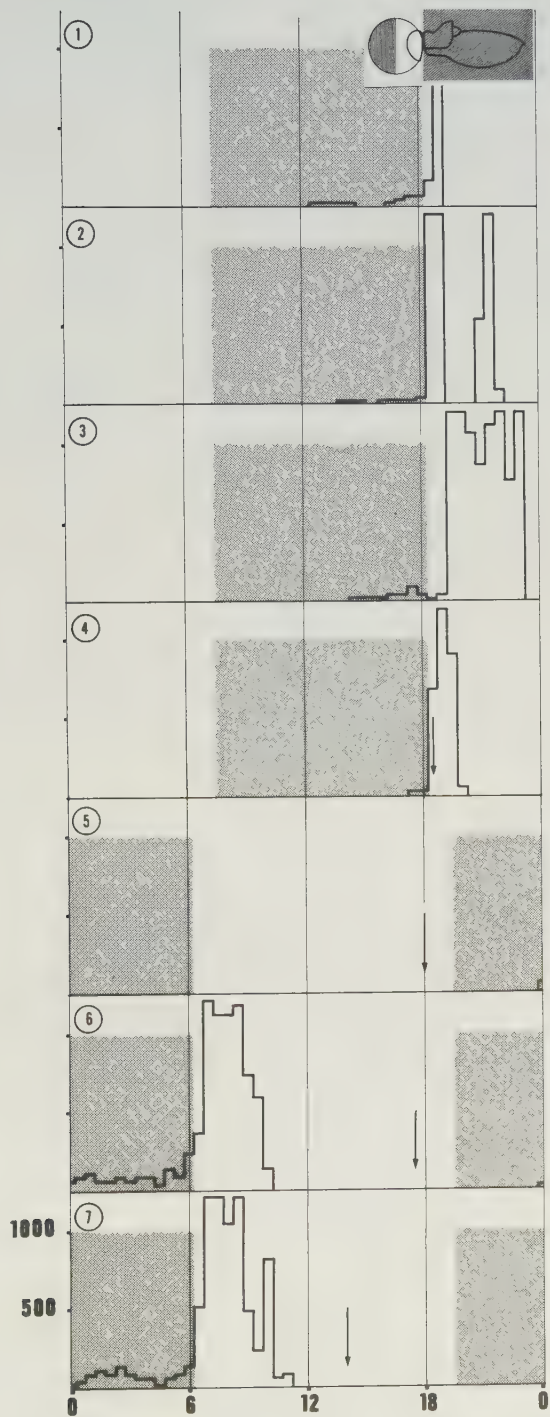
Cycle L D _n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle L D _i - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

Dans ces deux exemples, il apparaît que la synchronisation n'est possible que si le cycle est reçu par la tête.

* On a omis de représenter en grisé le temps de D compris entre 19 h 30 et 0 h.





E. biterrensis : éclaircissement alterné : tête/thorax-abdomen
(insectes à yeux et ocelles détruits avant la mue imaginale).

Mêmes explications générales que pour les Fig. 58 et 59.

Fig. 60 - Du jour 4 au jour 8 : $L D_i$ (tête) ; jours 9 à 11 : $L D_i$ (thorax-abdomen) ; jour 12 : $L D_i$ (tête) (on a omis de placer le cartouche correspondant) ; mêmes conditions jusqu'à la fin.

Fig. 61 - Du jour 1 au jour 3 : $L D_n$ (tête) ; jour 4 : inversion (thorax-abdomen) ; jours 5 et 6 : $L D_i$ (thorax-abdomen) ; jours 7 à 10 : $L D_i$ (tête).

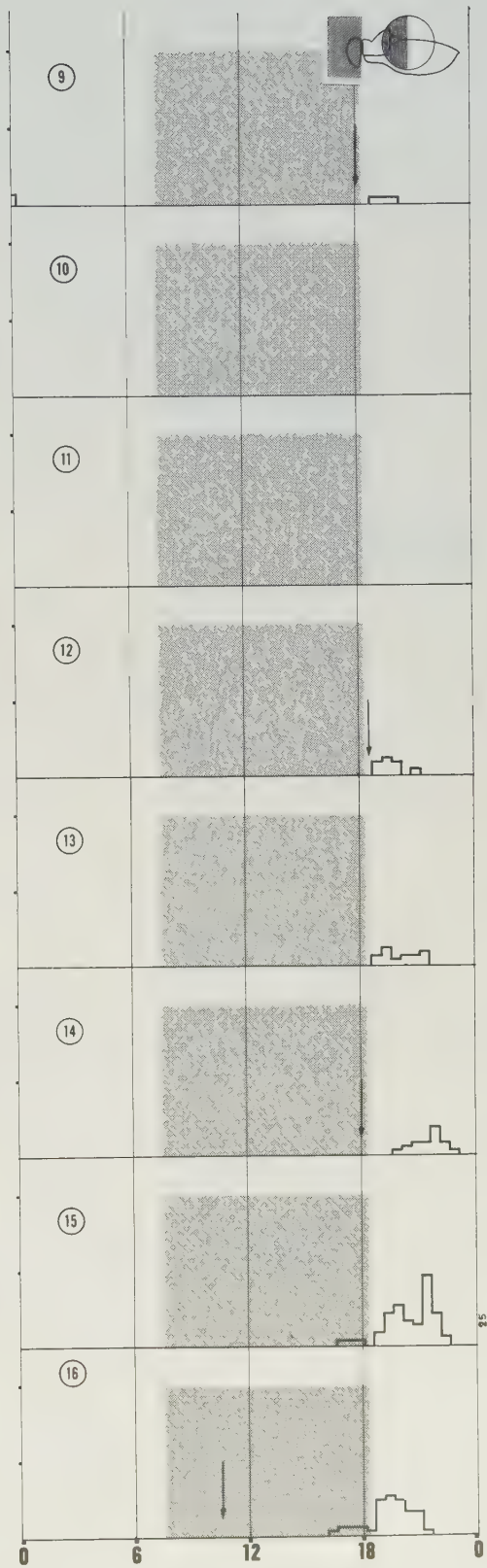
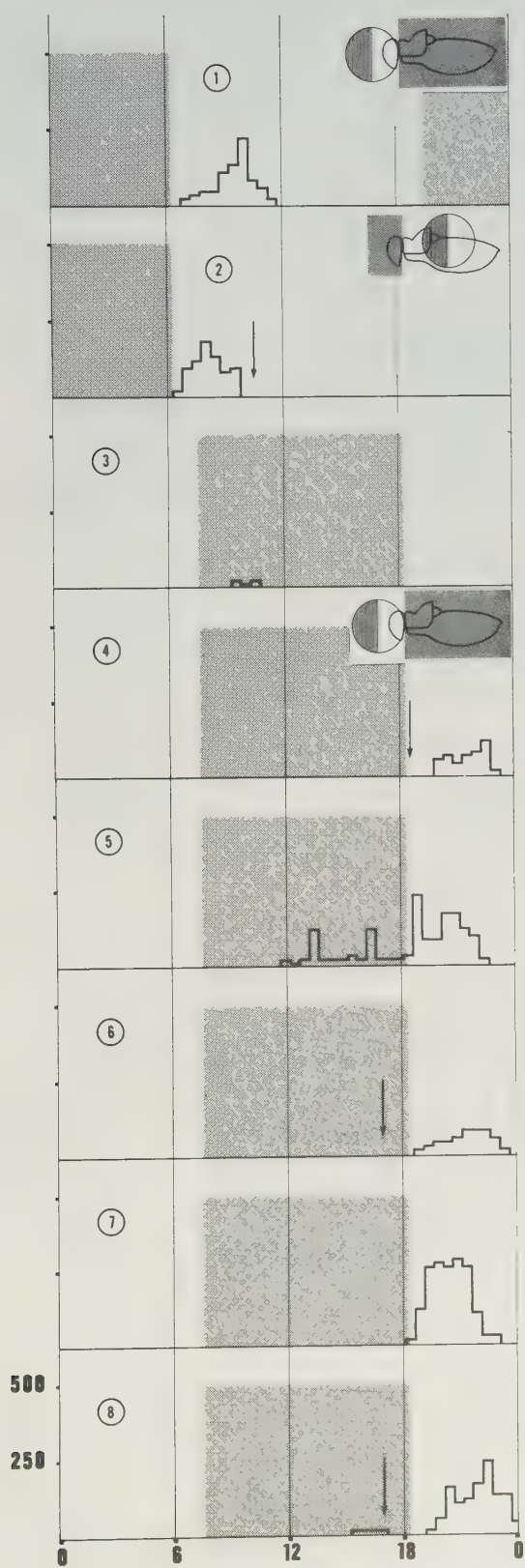
Fig. 62 - Du jour 1 au jour 3 : $L D_i$ (tête) ; jour 4 : retour à $L D_n$ (tête) ; jours 5 à 7 : $L D_n$ (tête) ; jour 8 : inversion (thorax-abdomen) ; jours 11 à 14 : $L D_i$ (tête).

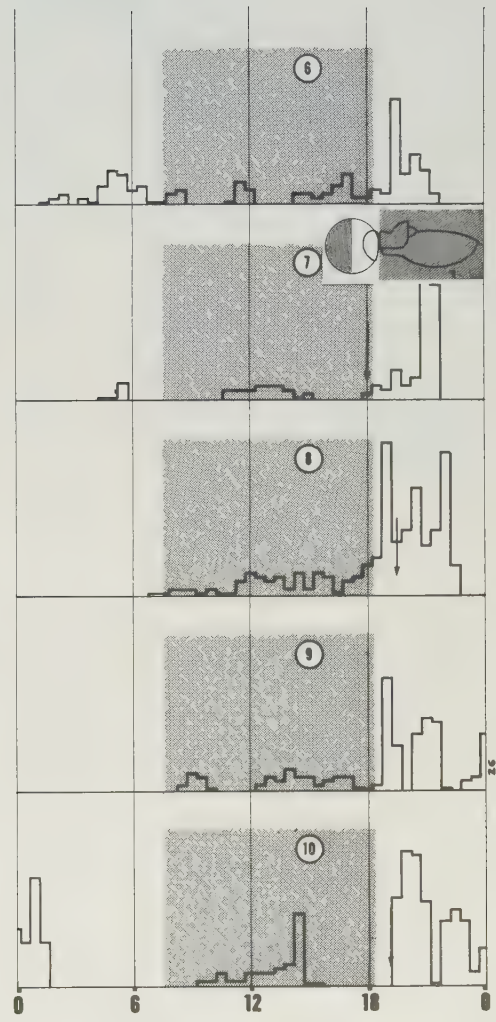
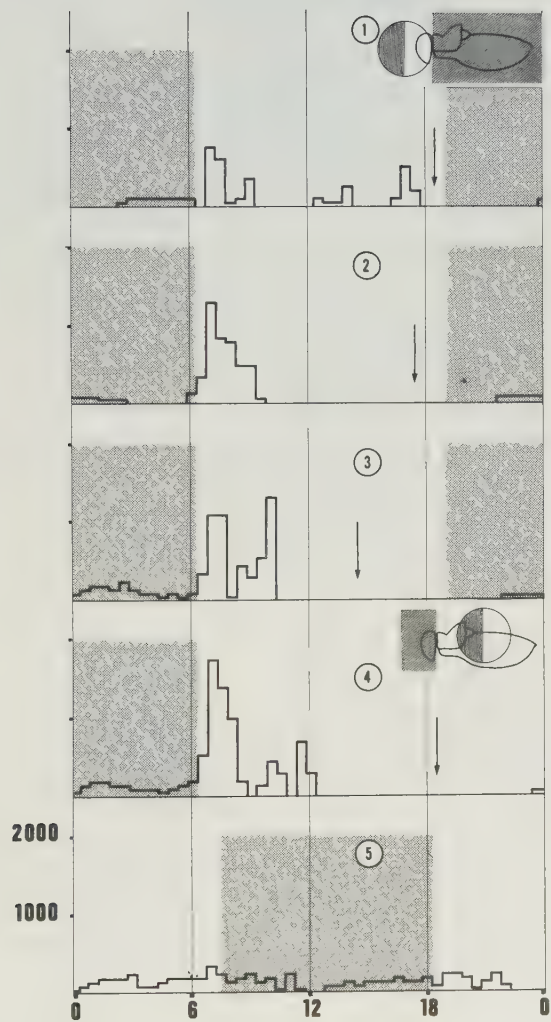
En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

Ces trois exemples montrent que, tout comme les insectes normaux (v. Fig. 58 et 59), les individus à yeux et ocelles détruits ne synchronisent que si le cycle est reçu par la tête.





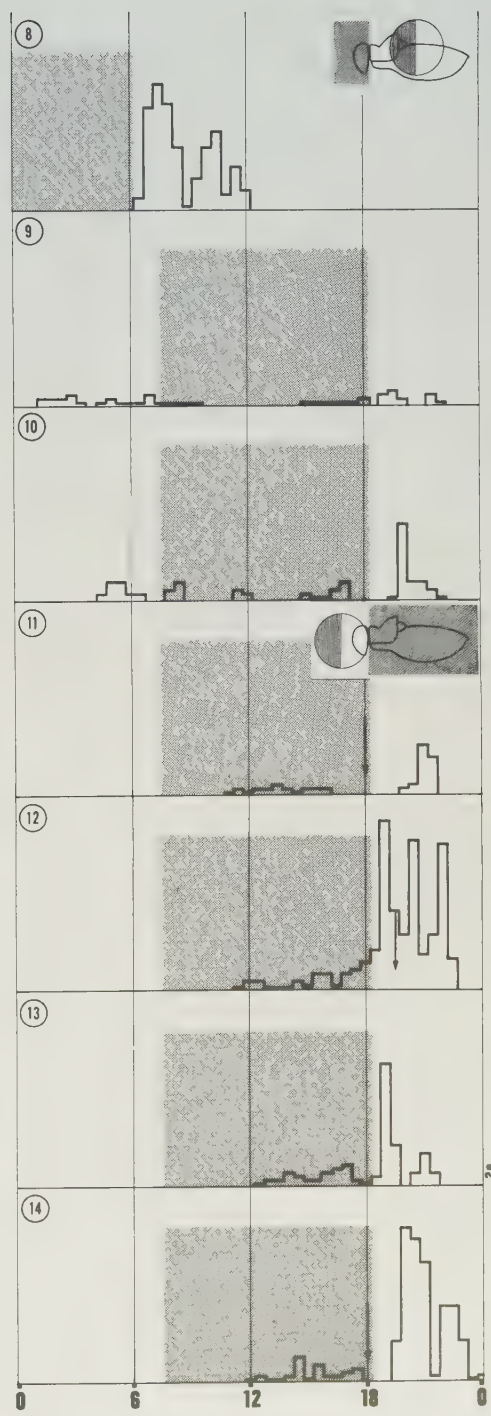
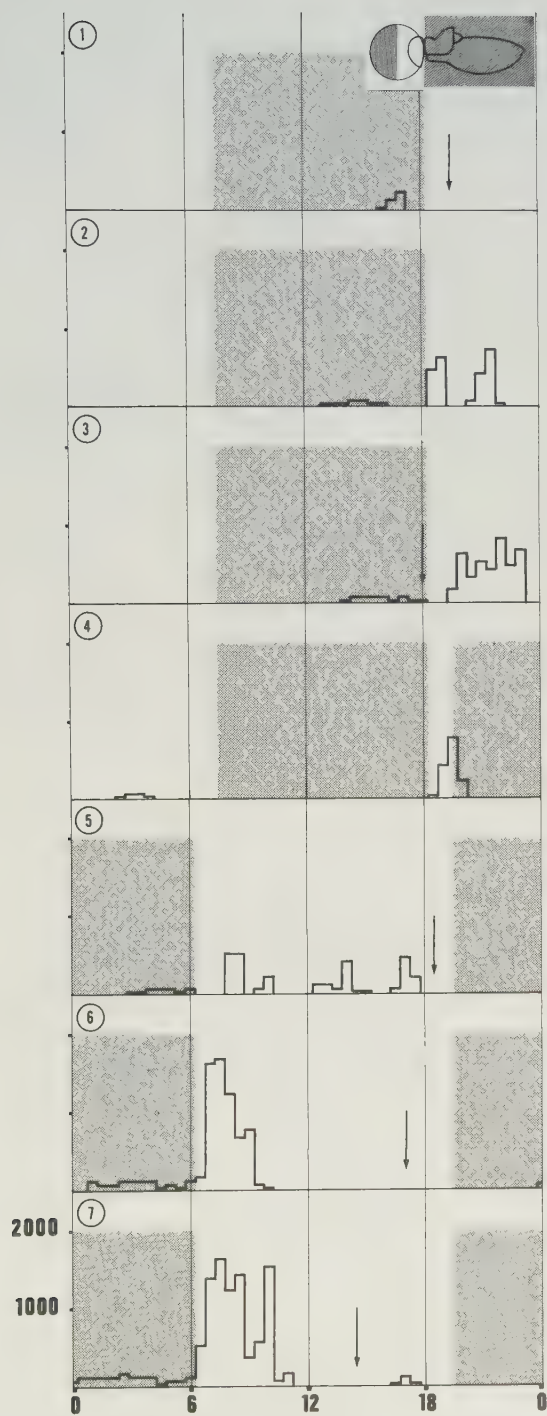


Fig. 63 - E. biterrensis (yeux détruits avant la mue imaginale) en contention pour l'expérience d'illumination ponctuelle du cerveau par guide de lumière.

b , bracelet de caoutchouc passé entre la base des pattes pro et mésothoraciques et destiné à empêcher le décollement du harnais ; gdl, guide de lumière ; h, harnais collé sur le pronotum, portant de chaque côté un crochet dans lequel est retenu le bracelet de caoutchouc ; l, languette soudée sur le harnais ; p, pince fixée à un statif permettant de saisir la languette et de maintenir l'animal en position fixe ; po, sphère de polystyrène : tf, tube frontal inséré au-dessus du cerveau immobilisant l'extrémité rayonnante du gdl.

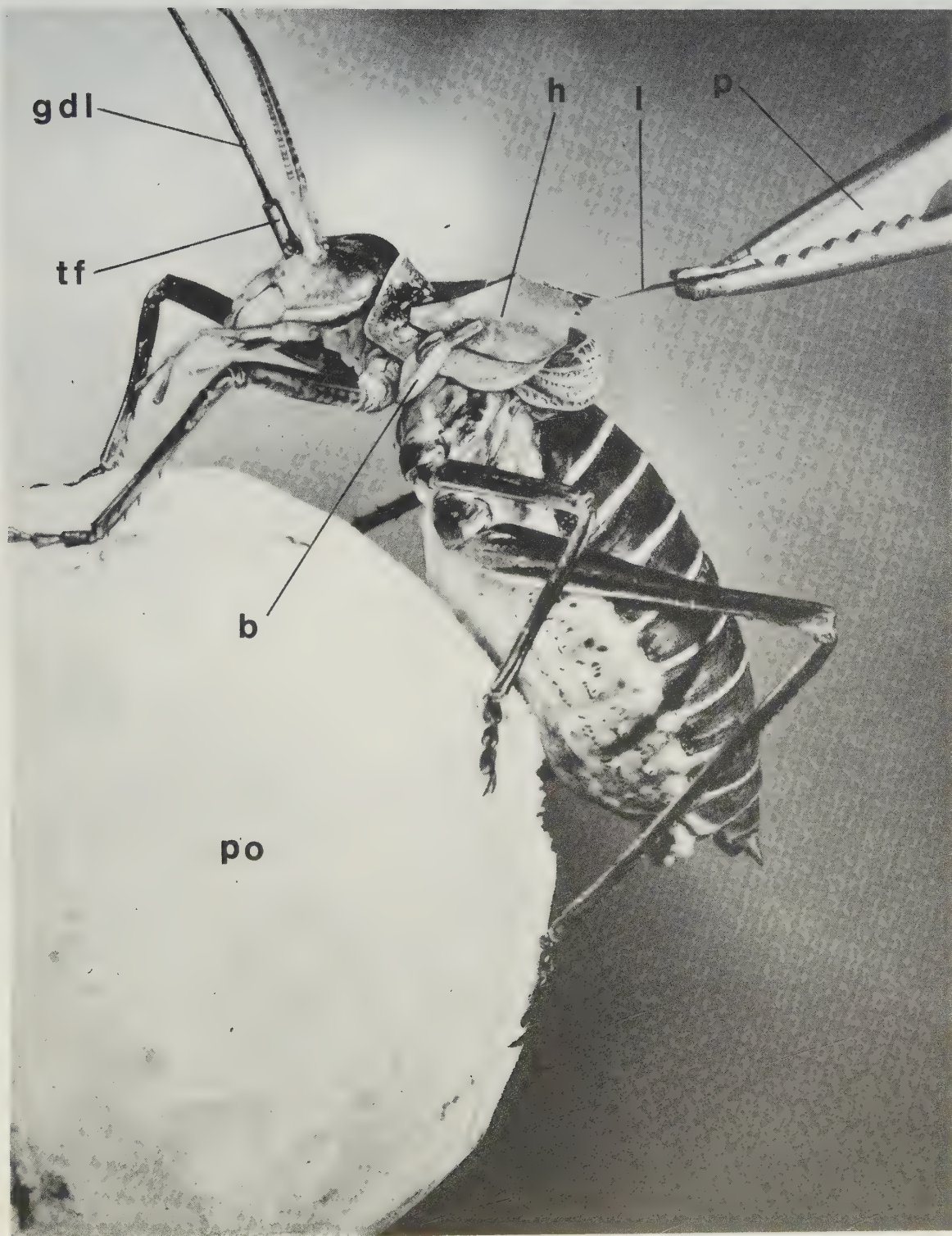


Fig. 64 - E. ephippiger: synchronisation de l'activité par illumination ponctuelle du cerveau au moyen d'un guide de lumière (insecte normal).

Du jour 1 au jour 5 : $L D_n$; jour 6 : inversion ; jours 7 à 14 : $L D_i$.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée: nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle $L D_n$ - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle $L D_i$ - Début de L : 18 h 15 ; début de D: 7 h 30.

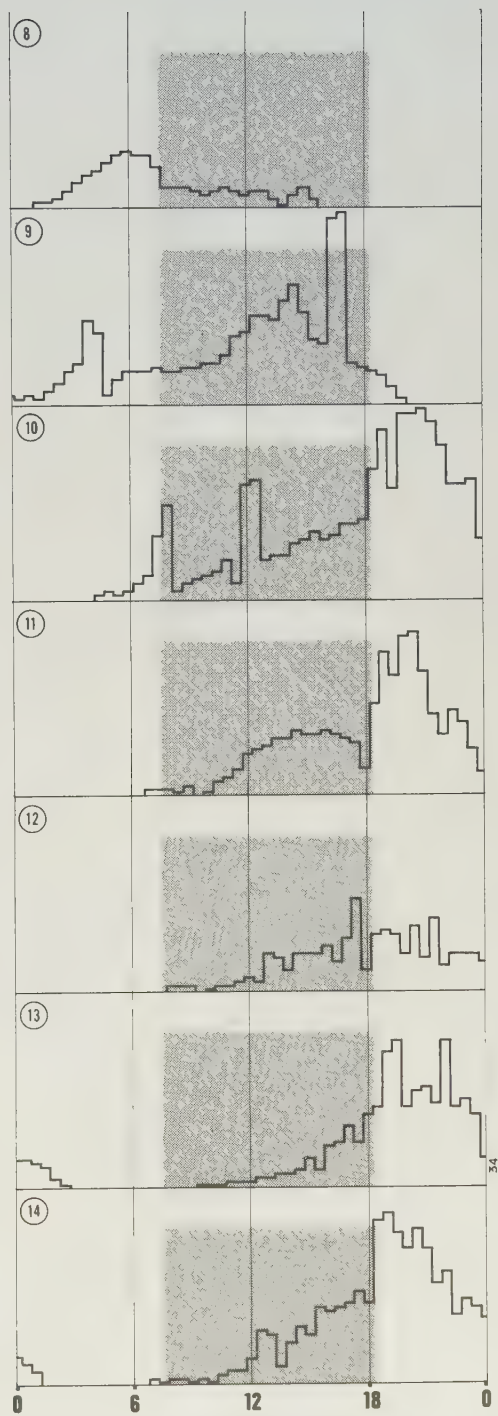
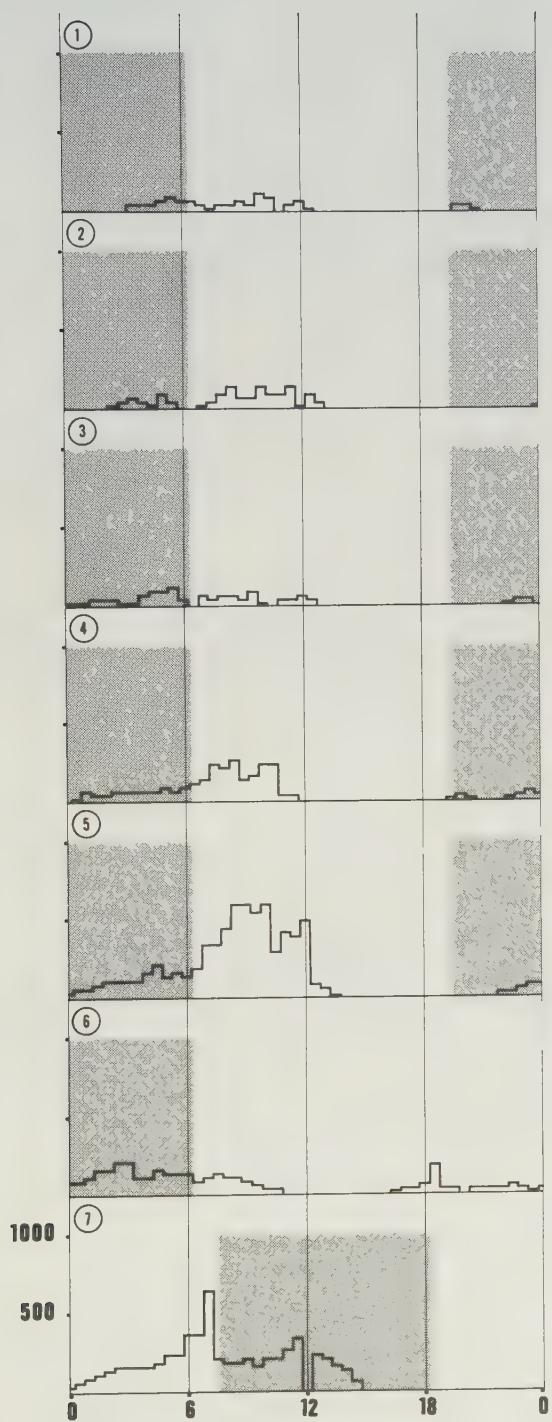


Fig. 65 - *E. biterrensis* : absence de synchronisation de l'activité par illumination ponctuelle du cerveau au moyen d'un guide de lumière chez un sujet à yeux et ocelles détruits avant la mue imaginale.

Colonne de gauche : le cerveau seul est soumis au cycle (L D_n, puis L D_i). L'insecte ne synchronise pas et son activité est manifestement en libre cours (période inférieure à 24 h).

Colonne de droite : expérience de contrôle. Soumis à l'illumination générale du corps (L D_i), le même insecte synchronise.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle L D_n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle L D_i - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

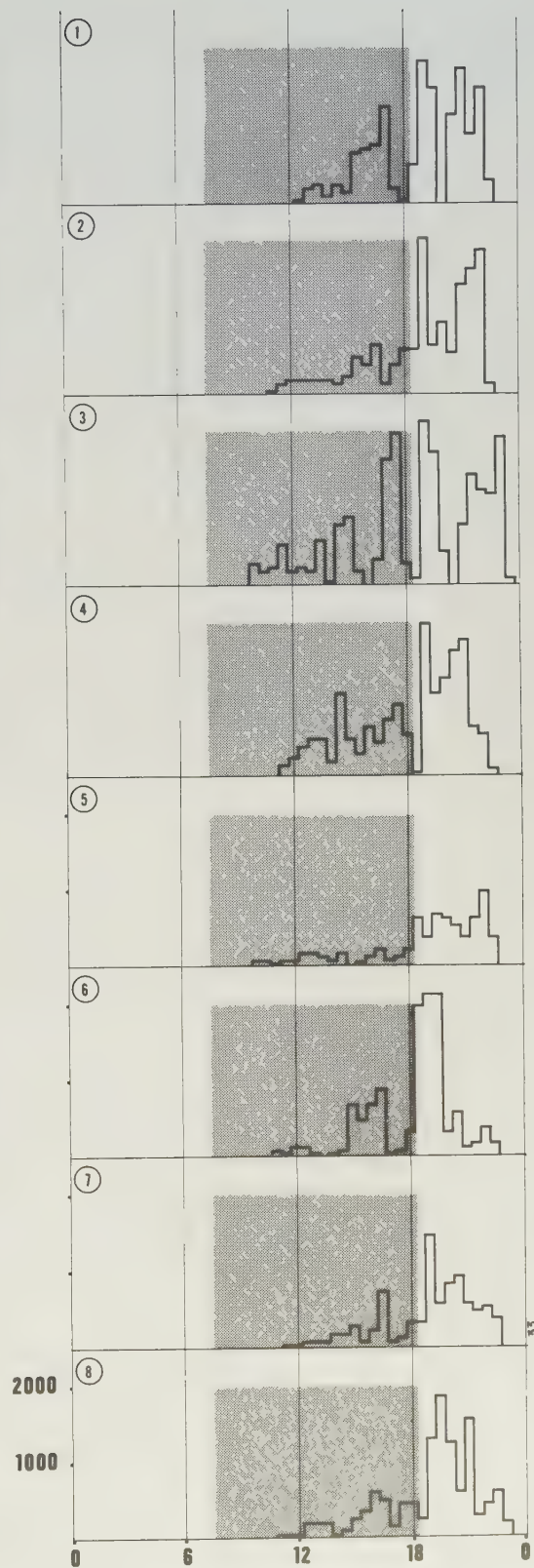
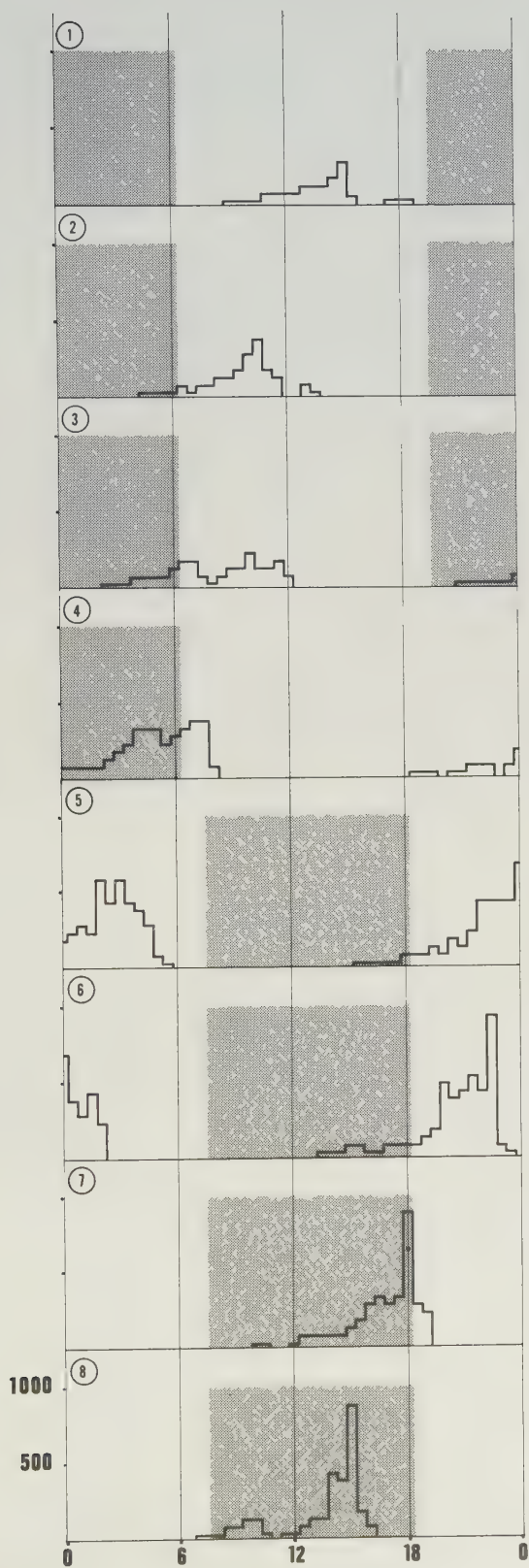


Fig. 66 - E. biterrensis à yeux et ocelles détruits avant la mue imaginale. Absence d'effet synchronisateur de l'illumination par guide de lumière d'un implant de cerveau.

Du jour 1 au jour 3 : illumination générale par L D _i ; à partir du jour 4 et jusqu'au jour 9, l'implant de cerveau seul est illuminé (flèche), l'insecte étant alors à l'obscurité : l'activité cesse d'être synchronisée ; à partir du jour 10 et jusqu'à la fin, illumination générale du corps : la synchronisation sur L D _i se rétablit.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle L D _n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle L D _i - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

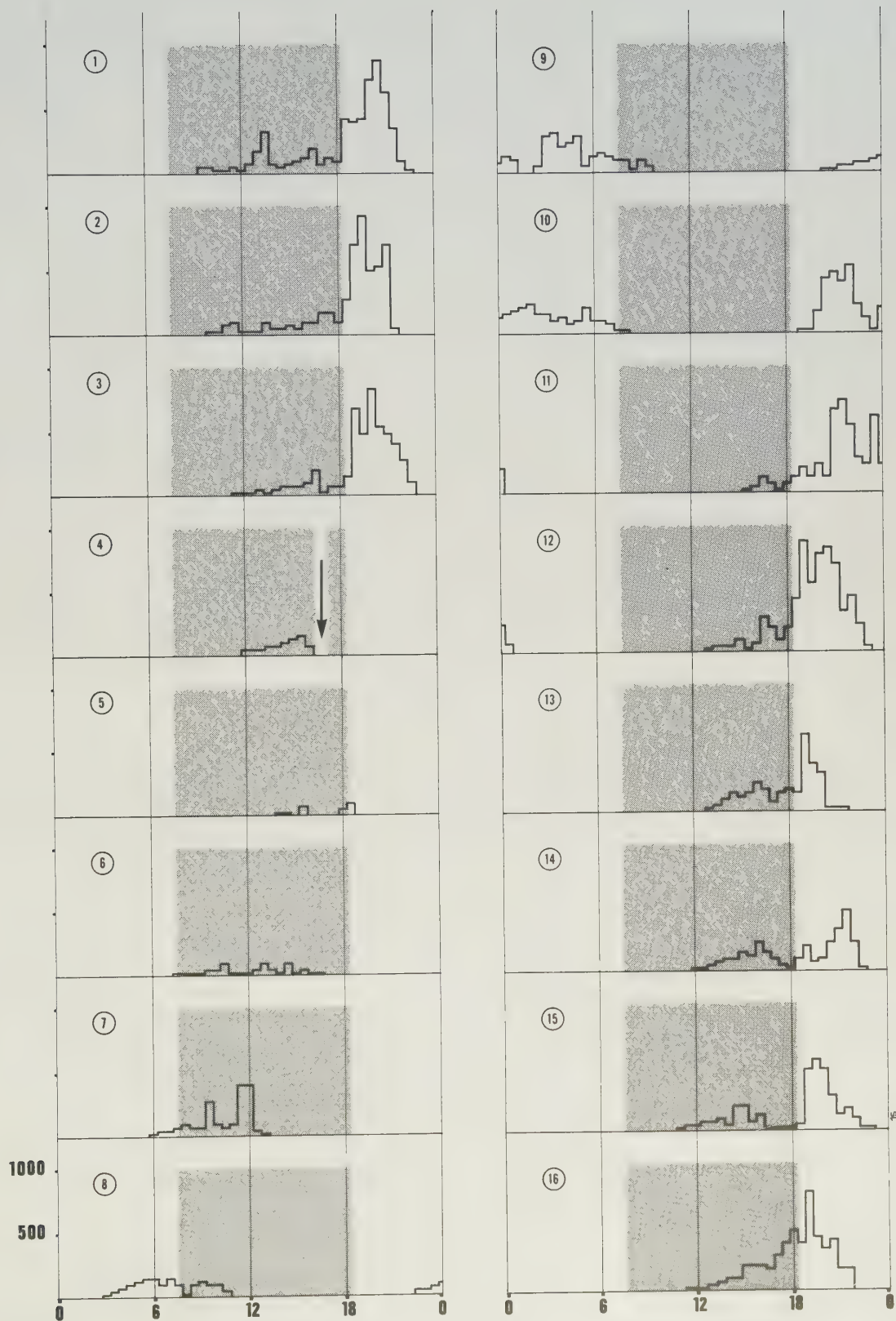


Fig. 67 - Tête d'Ehippiger vue par dessous, montrant la position du guide de lumière (gdl) pour l'illumination ponctuelle du ganglion sous-oesophagien - Le gdl a été introduit au travers d'une ouverture pratiquée dans le fond de la fosse tentoriale postérieure, puis poussé en direction du ganglion (figuré en noir). Une agrafe (a), passée de part et d'autre de la suture occipitale, est serrée sur le guide pour l'immobiliser.

Nomenclature morphologique : c, cardo ; f.t.p., fosse tentoriale postérieure ; ga, galea ; gl, glosse ; la, lacinia ; lb, labium ; m, mentum ; md, mandibule ; mx, maxille ; pg, postgène (portion latérale de l'arche occipitale) ; pgl, paraglosse ; p lb : palpe labial ; p mx : palpe maxillaire ; po, postocciput ; sm : submentum (en profondeur : le ganglion sous-oesophagien) ; s.o., suture occipitale ; s. po, suture postoccipitale ; st, stipes.

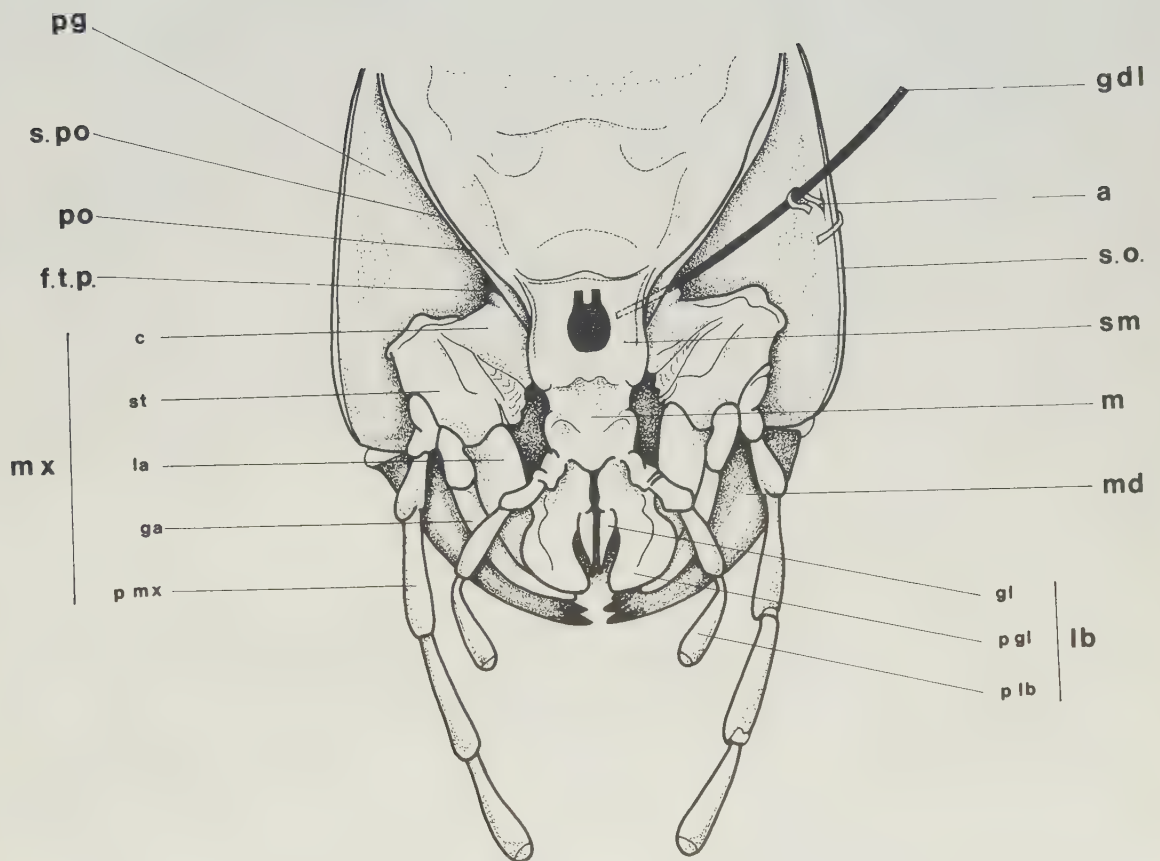


Fig. 68 - E. biterrensis : faible synchronisation de l'activité par illumination ponctuelle du ganglion sous-oesophagien au moyen d'un guide de lumière chez un individu normal.

Colonne de gauche: L D _n ; colonne de droite : L D _i.

En abscisse : temps de 0 h à 0 h ; en ordonnée : nombre de stridulations par 30 mn.

Cycle L D _n - Début de L : 6 h 15 ; début de D : 19 h 30.

Cycle L D _i - Début de L : 18 h 15 ; début de D : 7 h 30.

